

ATLAS DE BIODIVERSIDAD GENETICA DE CAÑAHUA Y QUINUA

PROYECTO:
CONSERVACIÓN DE LA
BIODIVERSIDAD GENÉTICA
DE QUINUA Y CAÑAHUA EN EL
ALTIPLANO NORTE Y CENTRO
DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

"BIOGEN QUINUA Y CAÑAHUA"

FINANCIADO CON FONDOS DE IDH - DIPGIS



CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD GENETICA DE QUINUA Y CAÑAHUA EN EL ALTIPLANO NORTE Y CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

BIOGEN QUINUA Y CAÑAHUA
FINANCIADO CON FONDOS CONCURSABLES DE
IMPUESTOS DIRECTOS A LOS HIDROCARBUROS (IDH)

Primera edición
Noviembre de 2016

La presente publicación sistematiza un conjunto de información sobre la conservación y manejo de germoplasma de quinoa y cañahua en el altiplano con destino a la mejora de las capacidades productivas y mejoramiento genético. El proyecto desarrollado y ejecutado a través del Programa Granos Andinos (PROGRANO) de la Estación Experimental Choquenaira (EECh) perteneciente a la Facultad de Agronomía. Proyecto IDH: Conservación de la biodiversidad genética de quinoa y cañahua en el altiplano norte y centro del departamento de La Paz - BIOGEN Quinoa-Cañahua, financiado con los fondos provenientes de Impuestos Directos a los Hidrocarburos - IDH. Universidad Mayor de San Andrés.

Autor - Editor:

Félix Mamani Reynoso
Coordinador de Proyecto
Docente - Investigador PROGRANO - EECh.

Colaboradores:

- Rolando Céspedes Paredes
Co-coordinador de proyecto
- Silvia Etelvina Aliaga Zeballos
Investigador asociada
- Gladys Benita Yana Ochoa
Investigador - Consultor

Becarios:

- Jonathan Hinojosa Villca
- German José Condori Layme
- Norma Vania Cruz Mamani
- Jacqueline Linda Chambi Nina
- Gimena Yujra Cari
- Fanny Flores Cruz

Depósito Legal: 4 - 1 - 783 - 16 P.O.

ISBN: 978-99974-65-92-4

Impreso en: Diseño & Impresión "FLORES"
c. Cañada Strongest N° 1591 • Telf.: 248 9475
e-mail: erik.m.castillo@gmail.com
La Paz - Bolivia

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. ALCANCE	8
3. ÁREA DE ESTUDIO	8
4. MÉTODOS	9
4.1. Recopilación de información	9
4.1.1. Recopilación y sistematización de información cartográfica	9
4.1.2. Puntos de muestreo de cultivos de cañahua y quinua	10
a) Recopilación de información secundaria	10
b) Identificación de las recolectas de los ecotipos de cañahua y quinua	11
4.2. Procesamiento	11
4.2.1. Construcción y generación de mapas temáticos	11
5. INFORMACIÓN GENERADA	12
5.1. Características de las zonas de vida	12
5.1.1. Fisiografía	12
5.1.2. Vegetación	34
5.1.3. Uso actual de suelo	56
5.1.4. Geología	76
6. DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS DE CAÑAHUA Y QUINUA	96
6.1. Zonas productoras de cañahua y quinua	96
7. SISTEMA DE SIEMBRA PARA EL CULTIVO DE QUINUA	114
8. CARACTERES MORFOLÓGICOS	126
8.1. Hábito de crecimiento en quinua y cañahua	126
8.2. Tipo de panoja	134
8.3. Porcentaje de saponina	141
8.4. Rendimiento en quinua	146

8.5. Color de panoja	152
8.6. Color de hoja	157

INDICE DE MAPAS

• Mapas fisiográfico de las provincias de estudio	14 - 33
• Mapas de vegetación de las provincias de estudio	37 - 55
• Mapas de uso actual de las provincias de estudio	57 - 75
• Mapas geológicos de las provincias de estudio	77 - 95
• Mapa de distribución de cultivos de quinua y cañahua	97
• Mapa de distribución de cultivos de quinua	98
• Mapa de distribución de cultivos de cañahua	99
• Mapas de distribución de cultivos de quinua y cañahua en las provincias de estudio	110 - 113
• Mapa de manejo ancestral en sistema de siembra en cultivo de quinua	115
• Mapas de manejo ancestral en sistema de siembra en cultivo de quinua en las provincias de estudio	116 - 125
• Mapas de hábito de crecimiento en el cultivo de quinua de las provincias de estudio	130 - 133
• Mapas de forma de panoja en el cultivo de quinua de las provincias de estudio	137 - 140
• Mapas de porcentaje de saponina en el cultivo de quinua en las provincias de estudio	142 - 145
• Mapas de rendimiento de grano en cultivo de quinua en las provincias de estudio	148 - 151
• Mapas de color de pajona en el cultivo de quinua en las provincias de estudio	154 - 156

PRESENTACIÓN

La Universidad Mayor de San Andrés a través de recursos provenientes de IDH y la Facultad de Agronomía, mediante el Proyecto "Conservación de la Biodiversidad Genética de Quinua y Cañahua en el Altiplano Norte y Centro del Departamento de La Paz", tiene el agrado de presentar el libro: ATLAS DE BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE CAÑAHUA Y QUINUA", elaborado en el transcurso del proyecto.

Este libro tiende a exponer la distribución geográfica y la diversidad genética de los cultivos de cañahua y quinua. El proyecto, busca recuperar y conservar la variabilidad genética de éstos granos andinos y contribuir a la seguridad alimentaria reforzados con síntesis de trabajos de investigación.

Sin bien los granos andinos fueron parte de la alimentación andina por muchos años y los agricultores tradicionales mantienen considerable diversidad de ellos en sus parcelas, el potencial de estos cultivos de contribuir al bienestar de las poblaciones rurales de bajos recursos todavía no está realizado plenamente.

Ante esta problemática, el proyecto se enfocó en actividades entre las que se destacan: la provisión de material genético; su conservación y la de los conocimientos tradicionales asociados.

Las contribuciones que se asignan por parte del proyecto, incluyendo las tesis de pre-grado generadas durante la investigación son evidencia del trabajo integrador, participativo que incluyó a los sectores académico, productores y sus asociaciones.

No obstante todavía queda un buen camino por recorrer estamos seguros de que estas publicaciones constituyen una importante contribución hacia el conocimiento sobre estos cultivos andinos, finalmente se espera que las investigaciones desarrolladas sean de utilidad y que sumen en la mejora del conocimiento sobre la distribución, diversidad genética, conservación y recuperación de saberes ancestrales

Ing. Freddy PORCO CHIRI
DECANO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

1. INTRODUCCIÓN

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta andina, presenta la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y progenitores silvestres, que se desarrollan en los alrededores del Lago Titicaca de Bolivia y Perú.

Asimismo, la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), es una especie de gran importancia en la alimentación de pobladores andinos por la calidad y contenido de proteína, minerales y vitaminas. Además, es una planta que se cultiva en tierras marginales, debido al desconocimiento del manejo del cultivo, considerado tolerante a factores abióticos (heladas y sequía) y poco cuidado respecto a factores bióticos (plagas y enfermedades). Por estas razones, la cañahua y quinua se convierten en cultivos de seguridad alimentaria, puesto que crecen en lugares donde otros cultivos no prosperan en su productividad.

La producción de quinua se encuentra localizada en la zona Altiplánica de Bolivia, que a su vez está subdividida en tres áreas: Altiplano Norte, Centro y Sur. En los Altiplanos Norte y Centro el cultivo de quinua forma parte de un sistema de rotación de cultivo después de la papa, pero en el Altiplano Sur se ha desarrollado un sistema de monocultivo, porque la quinua es el único cultivo que se adapta a las condiciones ambientales de la zona agroecológica.

Las principales áreas de cultivo de quinua que se han desarrollado en el país son: La Paz, en las provincias Aroma y Gualberto Villarroel; en Oruro, la región de Salinas de Garci Mendoza en la provincia Ladislao Cabrera y en Potosí, la región de Llica, provincia Daniel Campos como una de las zonas que produce quinua de alta calidad.

La amplia diversidad genética de la quinua en Bolivia, permite originar nuevas variedades con potenciales adaptativas a diferentes zonas agroecológicas del país y otras latitudes.

Por otra parte, a pesar de que nuestro país es centro de origen del cultivo de cañahua, existe información sobre la reducción de su diversidad y sus variedades; principalmente, por el desplazamiento que ha sufrido con la introducción de otros cultivos y también a los cambios de los hábitos de consumo de la población en general.

La conservación de la cañahua y quinua en sistemas tradicionales de cultivo, es una alternativa de conservación real donde los agricultores juegan un rol importante en el mantenimiento de la diversidad del cultivo.

En cuanto a la cañahua, el incremento en la producción sobre todo considerando el potencial del área cultivada, las condiciones medio ambientales difíciles para otros cultivos y su alto valor

nutritivo en la alimentación humana. Estas potencialidades despiertan expectativas, debido a la predisposición del presente siglo de consumir productos naturales y orgánicos.

Por otra parte, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen un instrumento importante en la identificación y ubicación de potenciales agrícolas en las regiones altiplánicas de Bolivia que permiten facilitar el monitoreo e identificación de los granos andinos.

La marcación de puntos de referencia de los cultivos de quinua y cañahua en el altiplano centro y norte no solo es una información de los puntos de cultivo, también es una base de datos de la diversidad genética, el sistema de producción y el sistema de comercialización.

La finalidad del Atlas de Biodiversidad Genética de cañahua y quinua, está orientado:

- Identificar las áreas con alta diversidad de ecotipos o variedades de cañahua y quinua.
- Zonificar los sistemas de producción de cañahua y quinua en el Altiplano.
- Ubicación geográfica de cultivos de cañahua y quinua.
- Elaboración de mapas.

2. ALCANCE

La presente publicación espera llegar a los agricultores productores y público en general que mantienen las prácticas y técnicas de producción sostenible de los cultivos; municipios de diferentes departamentos La Paz, Oruro y Cochabamba que puedan apoyar en el manejo y conservación de estos granos; instituciones públicas y privadas relacionadas con la temática y vinculadas con las investigaciones de cañahua y quinua; agroindustrias que pueden dar uso y valor agregado para seguridad alimentaria.

3. ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo a la distribución geográfica más representativa en la producción de los granos andinos en el departamento de La Paz, el estudio ha sido desarrollado en los siguientes ámbitos geográficos, se ha considerado diez municipios: Aroma, Camacho, Ingavi, Los Andes, Omasuyos, Manco Kapac, Pacajes, Muñecas, José Manuel Pando y Gualberto Villarroel.

De forma paralela los trabajos de investigación se desarrollaron en predios de la Estación Experimenta de Choquenaira, ubicado a 32 km al sur de la ciudad de La Paz, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, situada en la Provincia Ingavi al sur de la población de Viacha. Geográficamente, se encuentra entre los paralelos 16°41'38" de Latitud Sur y 68°17'13" de Longitud Oeste, a una altura de 3854 metros sobre el nivel del mar y posee una extensión de 140 hectáreas.

4. MÉTODOS

El proceso de la elaboración del Atlas de distribución genética de cañahua y quinua requiere la aplicación de los instrumentos (matrices y formatos estandarizados) que permiten especializar en la presentación de mapas temáticos. Por ende, el proceso secuencial comprende tres fases básicas:

- Recopilación de información.
- Procesamiento de datos.
- Construcción y generación de mapas temáticos.

4.1. Recopilación de información

La colección de información se halla enmarcada a los intereses que persigue los objetivos del proyecto, orientados a recopilar y sistematizar información cartográfica base y relevación de sistemas de producción y distribución de la variabilidad genética de cultivos de cañahua y quinua.

Por ello se realizó la distinción de información cartográfica y puntos de muestreo de cultivo de cañahua y quinua.

4.1.1. Recopilación y sistematización de información cartográfica

La cartográfica elaborada constituye una información secundaria publicada por instituciones públicas y privadas de nuestro país. Estos datos cartográficos fueron apoyados por el software ArcGis en la compilación, generación y sistematización de información.

La información de capitales de municipio representa las capitales municipales del territorio nacional, elaborada en base a 339 municipios de Bolivia. Datos de carácter referencial generados por Geo Bolivia en el año 2013.

La información de límite municipal representa los límites político administrativos de 339 municipios. Información puesta a disposición por el Ministerio de Autonomías con datos actualizados a abril de 2015 es sólo referencial.

El conjunto de datos que representa información geológica, representa características geológicas a escala del Estado Plurinacional de Bolivia. Elaborado por el Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN), en el año 2000 a escala 1 : 1.000.000.

Modelo digital de elevación 90 metros (NASA), este modelo digital de elevación se constituye en una representación en tres dimensiones de las superficie terrestre, tomando como base las elevaciones de una región. Puesta a disposición por la NASA (USA) y generado por el satélite ASTER con una resolución de 90 metros.

La anterior información detalla a continuación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Información cartográfica para procesamiento de datos (fuentes)

FUENTE	FORMATO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FORMA DE UTILIZACIÓN
Ministerio de Planificación del Desarrollo	shp	Limite municipal.	Delimitación referencial de unidades territoriales Autónomas Municipales.	Identificación de Municipios productores de cañahua y quinua.
Geo Bolivia 2013	shp	Capitales de Municipio.	Centros de mayor población por municipio del territorio nacional.	Capitales de municipio.
SRTM	tiff	Modelo digital de elevación.	Rango de elevación.	Permite visualizar la topografía de la zona.
Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras	shp	Cobertura y uso actual de la tierra de Bolivia 2010.	Cobertura y uso actual de la tierra de Bolivia.	Identificación de áreas de uso de suelo asociados al cultivo de cañahua y quinua.
SERGEOTECMIN	shp	Mapa geológico.	Distribución de las unidades geológicas correspondientes a la zona de estudio.	Definición de material parental por unidad geológica.
Ministerio de Planificación del Desarrollo	shp	Mapa Fisiográfico de Bolivia.	Distribución de las unidades fisiográficas.	Definición de unidades de paisaje.
THE NATURA CONSERVANCY	shp	Mapa de vegetación de Bolivia.	Distribución de unidades de vegetación.	Definición de unidades de vegetación.

4.1.2. Puntos de muestreo de cultivos de cañahua y quinua

La información georeferenciada en el campo de los cultivos de cañahua y quinua, toma como base la información primaria (encuestas, entrevistas, informantes claves, sondeos, observación in situ generada por el proyecto, verificando que cuenten con las coordenadas geográficas correspondientes e identificando el sistema de referencia de los datos. Todo éste trabajo se realizó durante las gestiones 2014 - 2016.

a. Recopilación de información secundaria

La información secundaria de los sitios de cultivos de cañahua y quinua se efectuaron con diferentes actividades.

Ésta información proviene de informantes de las comunidades productoras de diferentes municipios a través de reuniones con autoridades comunales y municipales, para obtener autorización de acceso a las parcelas, visitas a productores en sus propias viviendas, ferias comunales y provinciales, y por medio de los mismos se identificó los sitios de cultivo para una posterior visita y respectiva colecta de las semillas.

Las visitas a productores fueron con la finalidad de obtener información sobre especies de amplia diversidad genética, denominación de los ecotipos o variedades de cañahua y quinua, superficies de cultivo, información de conocimientos ancestrales del sistema de producción.

A estas acciones, se complementa con la compilación de información de investigaciones, publicaciones en tesis, artículos y textos sobre antecedentes de producción, áreas y zonas de cultivos de anteriores gestiones.

b) Identificación de las recolectas de los ecotipos de cañahua y quinua

La recolecta de germoplasma de los ecotipos de cañahua y quinua se efectuó en el altiplano norte y centro, en el periodo de formación de flores, formación del grano y la época de cosecha, tomando en cada sector una muestra de semilla. En la colecta se observaron el tipo de siembra (al voleo, surco, encima el surco, sobre el surco, en franjas) y la diversidad morfológica (hojas, tallo, colores, formas de panoja).

Las colectas del germoplasma se documentaron con información de la localización de las muestras, fuentes de recolección, datos fenotípicos de la planta y del cultivo, georeferenciados por medio del Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS).

4.2. Procesamiento

La información cartográfica fue centralizada en una GEODATA BASE, en plataforma ArcGis. En cambio los cultivos de cañahua y quinua georeferenciados fueron centralizados en una base de datos en formato Excel, la misma contiene la siguiente información: código de cultivo, coordenadas X,Y y Z, provincia, municipio, características del cultivo, otros. Los datos fueron exportados a formato SHP (Shapefile), para visibilizar la distribución de los cultivos en el área de estudio.

4.2.1. Construcción y generación de mapas temáticos

Los mapas temáticos fueron contruidos en base al sistema cartográfico nacional, tomando como referencia los límites político administrativos del nivel provincial, respecto a las zonas productoras de cañahua y quinua.

La estructura cartográfica bajo la cual se elaboraron los mapas, ha sido establecida según estándares adoptados por el Instituto Geográfico Militar para la representación del territorio boliviano.

- Sistema de referencia: WGS 1984 UTM Zona 19 Sur
- Proyección: Universal Transversa de Mercator

La escala de trabajo para el ingreso de información básica es de 1:50.000 y 250.000 dependiendo de la escala de la fuente de datos y tipo de información incluida, como el caso de información de los puntos de muestreo de cultivos de cañahua y quinua.

5. INFORMACIÓN GENERADA

Mediante el análisis de toda la información y procesamiento de la misma, se obtuvieron los resultados que se describen a continuación.

5.1. Características de las zonas de vida

5.1.1. Fisiografía

La descripción fisiográfica en el presente documento, solamente, muestra unidades fisiográficas de importancia agrícola referida a los cultivos de cañahua y quinua, como complemento a los datos generados a través del proyecto.

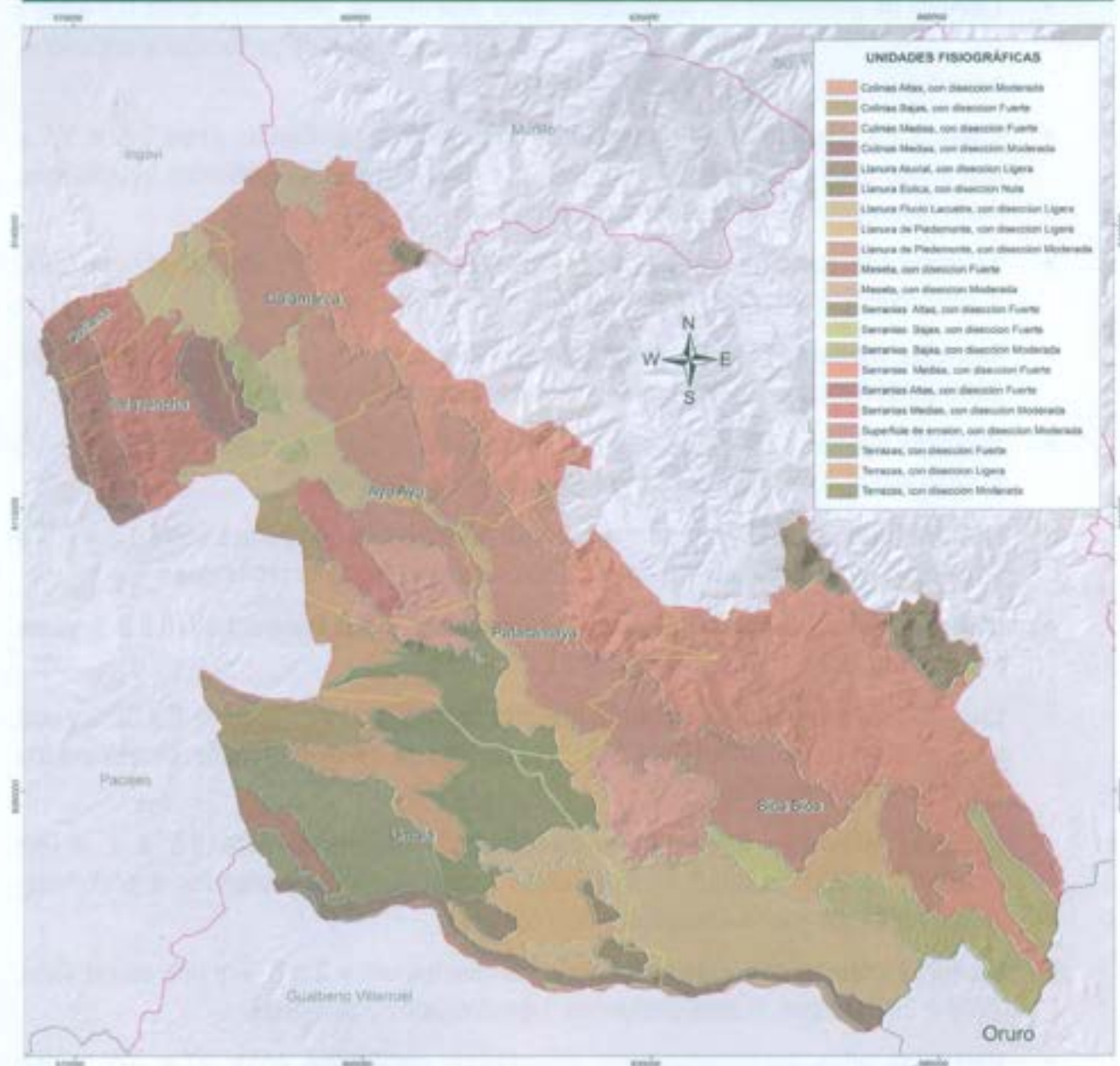
La descripción general del mapa fisiográfico considera las siguientes provincias fisiográficas: Provincia fisiográfica de la Cordillera Occidental, Provincia fisiográfica del Altiplano, Provincia fisiográfica de la Cordillera Oriental.

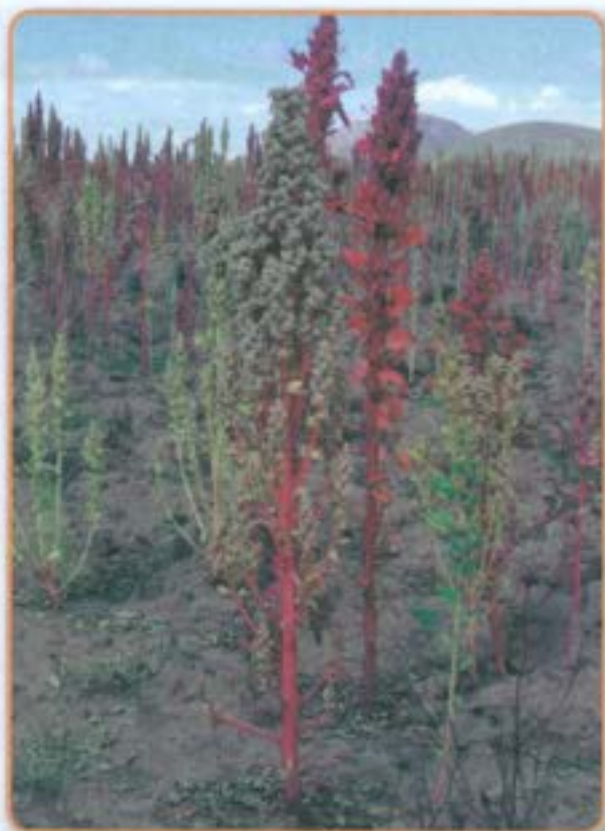
En el área de estudio se han identificado las siguientes unidades fisiográficas, cuyos atributos de pendiente, altitud y suelos se describen a continuación:

- **Serranías altas fuertemente disectadas**, pendientes entre 15 a 45% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Los Suelos agrícolas son superficiales, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos en las cuencas de
- **Serranías medias moderadamente disectadas**, pendientes entre 15 a 45% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos superficiales, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos.
- **Serranías bajas fuertemente disectadas**, pendientes entre 15 a 45% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos superficiales, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos.
- **Serranías bajas moderadamente disectadas**, pendientes entre 15 a 45% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos superficiales, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos.
- **Serranías bajas ligeramente disectadas**, pendientes entre 15 a 30% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos superficiales, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos.
- **Colinas altas moderadamente disectadas**, pendientes entre 10 a 30% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos.
- **Colinas medias moderadamente disectadas**, pendientes entre 10 a 30% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos.

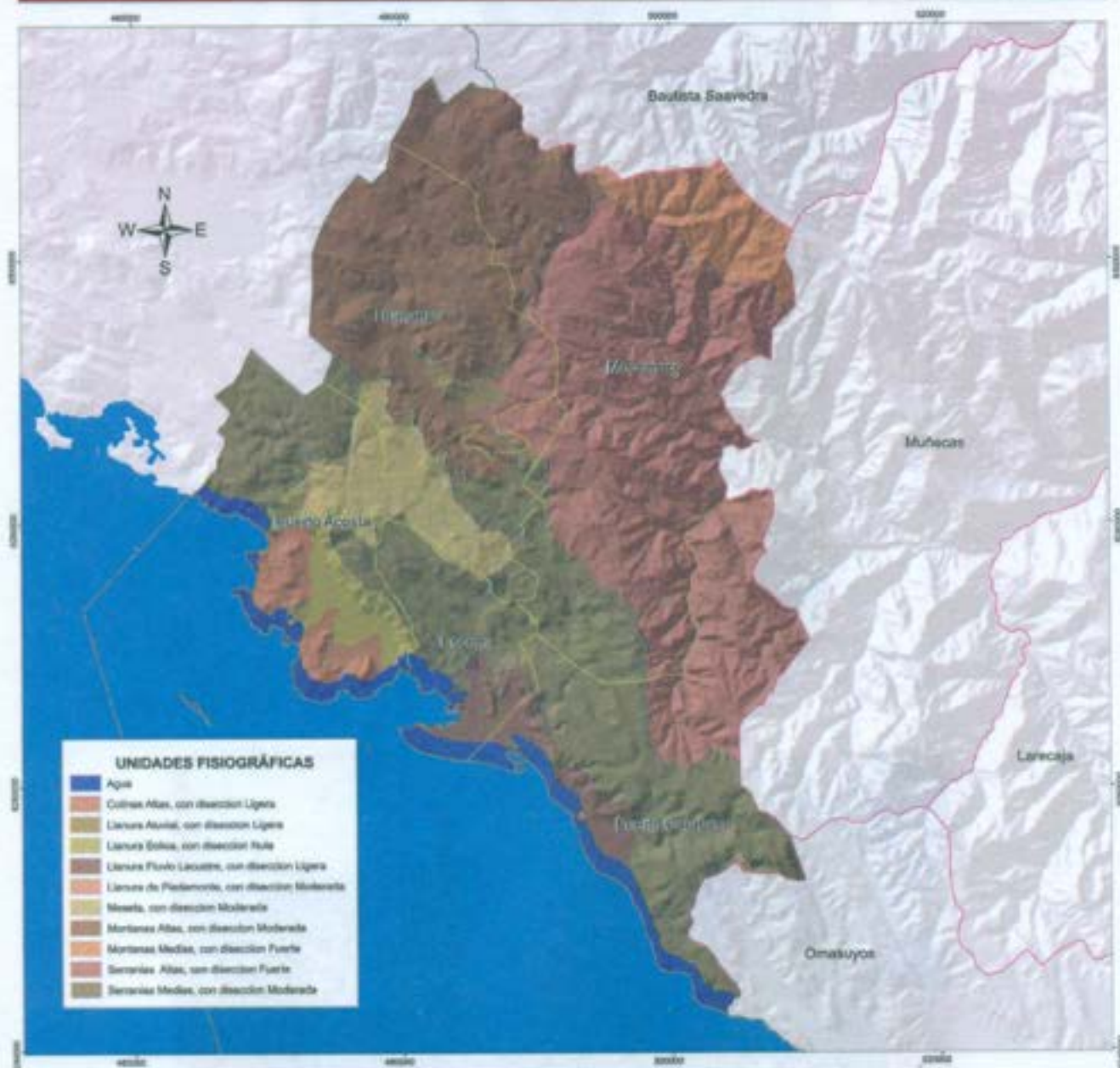
- **Colinas bajas fuertemente disectadas**, pendientes entre 10 a 30% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, pedregosos y afloramientos rocosos.
- **Llanura de piedemontes moderadamente disectadas**, pendientes entre 0,5 a 5% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bien drenados y pedregosos.
- **Llanura de piedemontes ligeramente disectadas**, pendientes entre 0,5 a 5% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bien drenados y pedregosos.
- **Terrazas fuertemente disectadas**, pendientes entre 2 a 5% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos profundos, moderadamente drenados.
- **Terrazas moderadamente disectadas**, pendientes entre 2 a 5% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos profundos, moderadamente drenados.
- **Terrazas ligeramente disectadas**, pendientes entre 2 a 5% y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos profundos, moderadamente drenados.
- **Llanura fluvio lacustres moderadamente disectadas**, pendientes entre 0,5 a 5 % y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos moderadamente profundos
- **Llanura fluvio lacustres ligeramente disectadas**, pendientes entre 0,5 a 2 % y una altitud entre 2900 a 3900 msnm.
- **Llanuras de piedemonte ligeramente disectadas**, pendientes entre 5 a 15% y una altitud entre 1900 a 3900 msnm. Suelos superficiales a muy profundos, bien drenados con mucha pedregosidad.
- **Llanuras aluviales ligeramente disectadas**, pendientes entre 0,5 a 2 y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bien drenados a pedregosos.
- **Llanuras eólicas con disección nula**, pendientes entre 2 a 5 % y una altitud entre 2900 a 3900 msnm. Suelos profundos, bien drenados y arenosos.
- **Serranías altas moderadamente disectadas**, pendientes entre 30 a 70% y una altitud entre 1900 a 3900 msnm. Suelos superficiales a poco profundos, bien drenados con mucha pedregosidad y afloramientos rocosos.
- **Serranías medias moderadamente disectadas**, pendientes entre 30 a 70% y una altitud entre 1900 a 3900 msnm. Suelos superficiales a poco profundos, bien drenados con mucha pedregosidad y afloramientos rocosos.

MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA AROMA





MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA CAMACHO



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal
- ▲ Lago

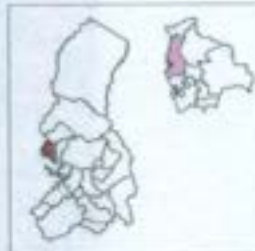
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRICULTURA

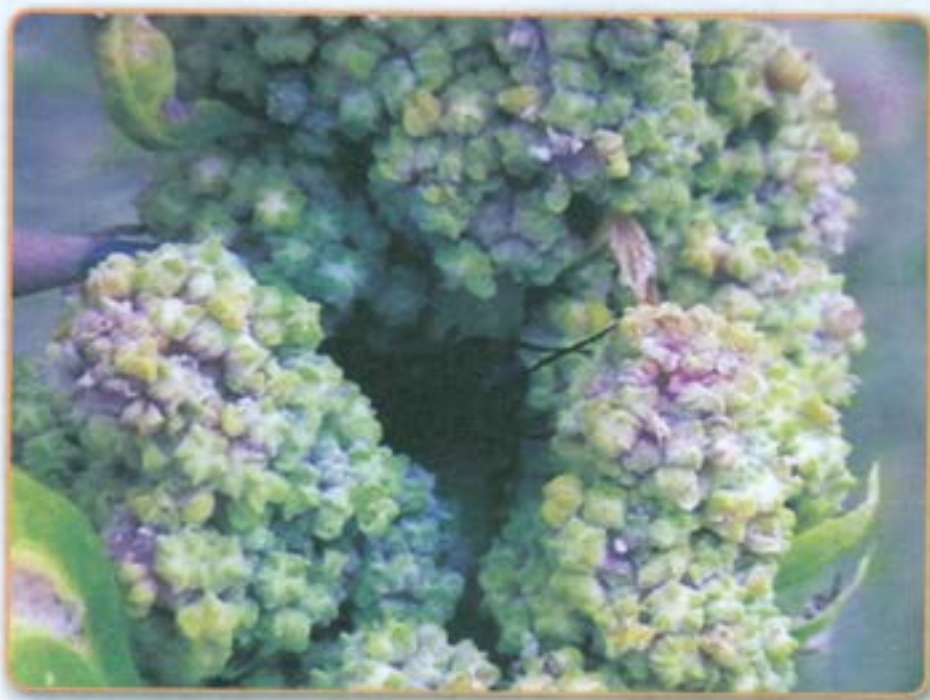
PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

Coordinador de Proyecto: Ing. Félix Mariani Raymundo Ph.D.

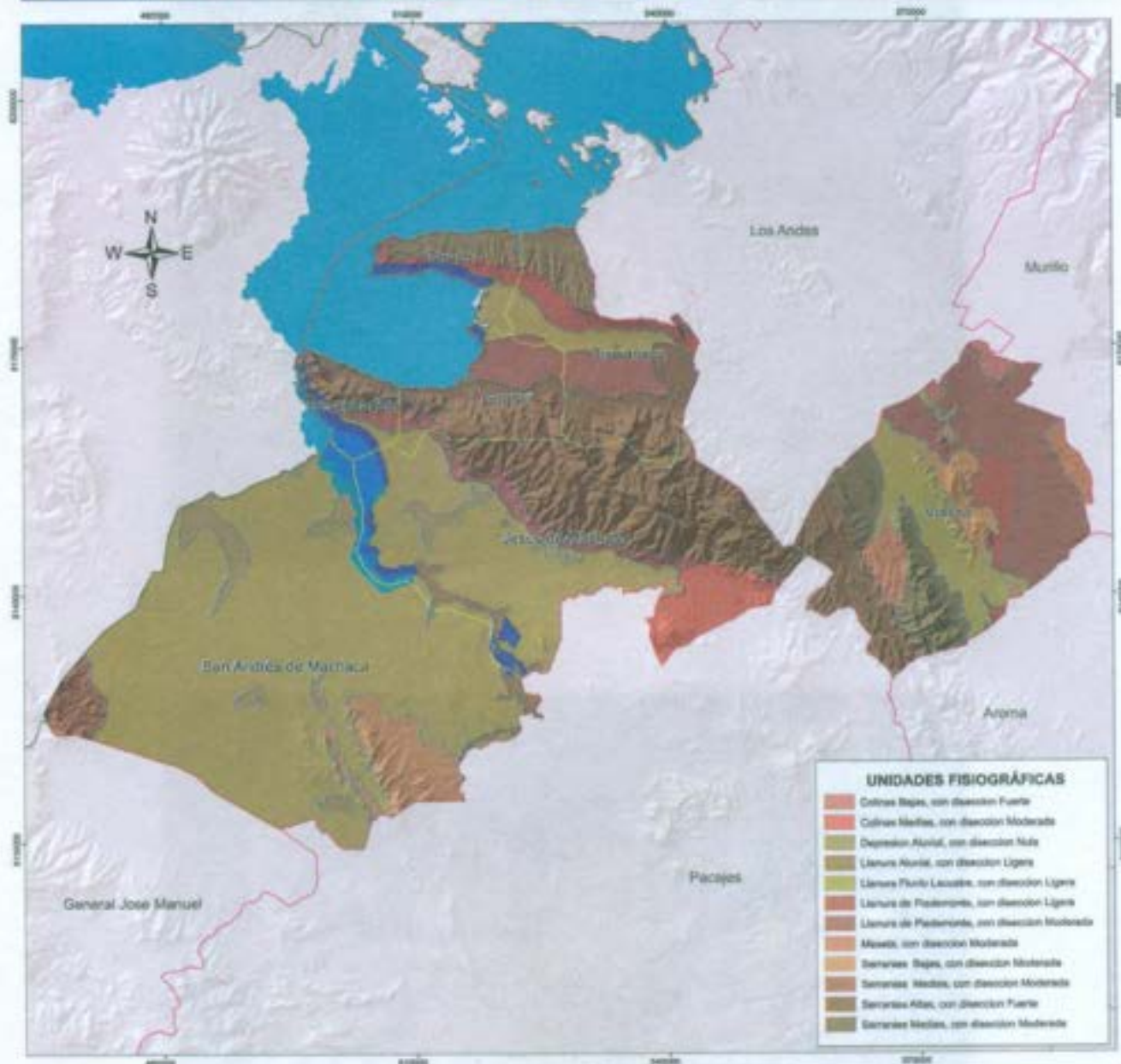


ESCALA GRÁFICA
0 1 2 3 4 5
PRESECCION
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
SISTEMAS DE REFERENCIA
WGS 84
UTM ZONA 18 SUR



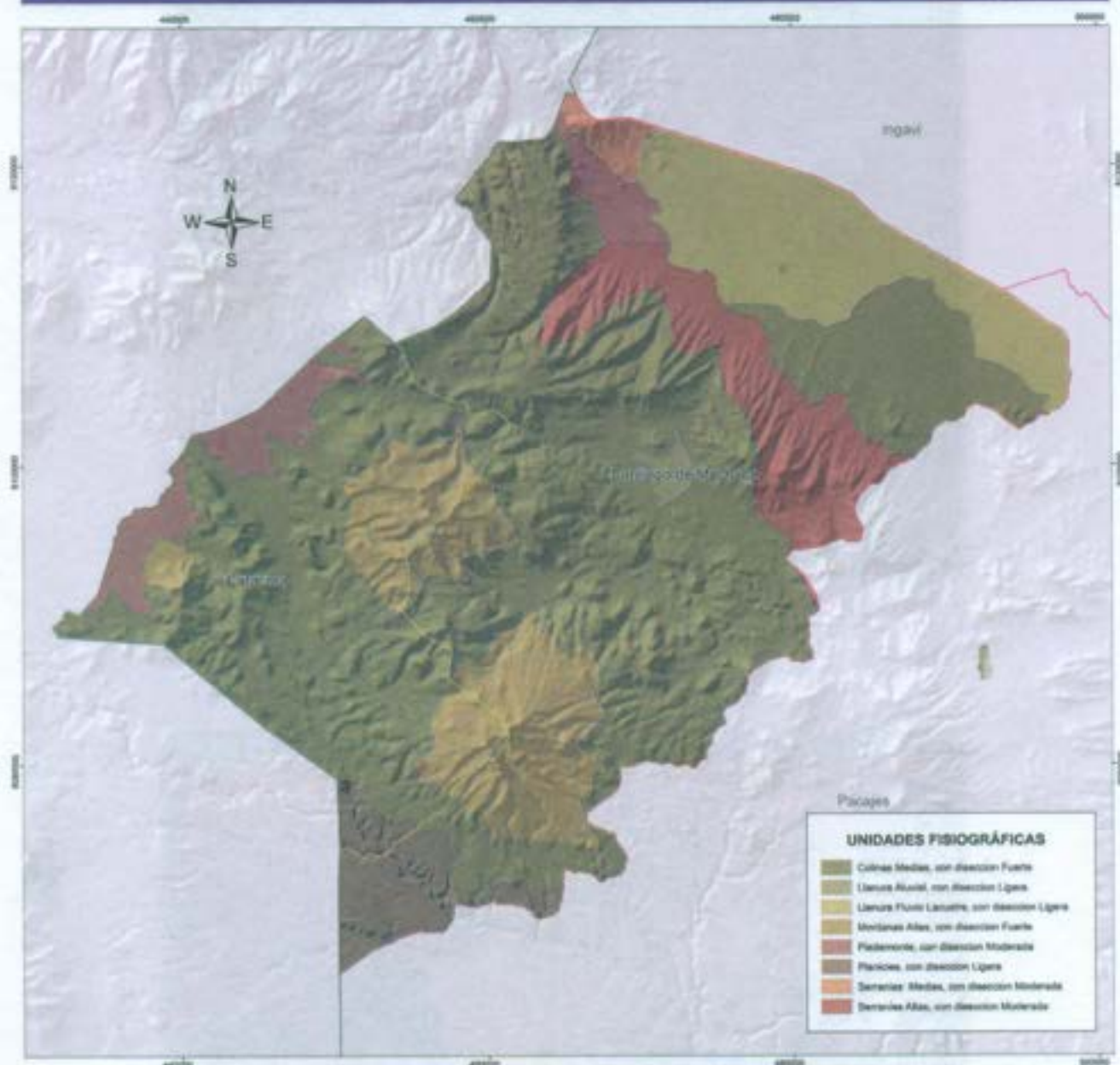


MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA INGAVI





MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA JOSÉ MANUEL PANDO



REFERENCIA	
●	Capital de Municipio
□	Limite Departamental
□	Limite Provincial
□	Limite Municipal

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

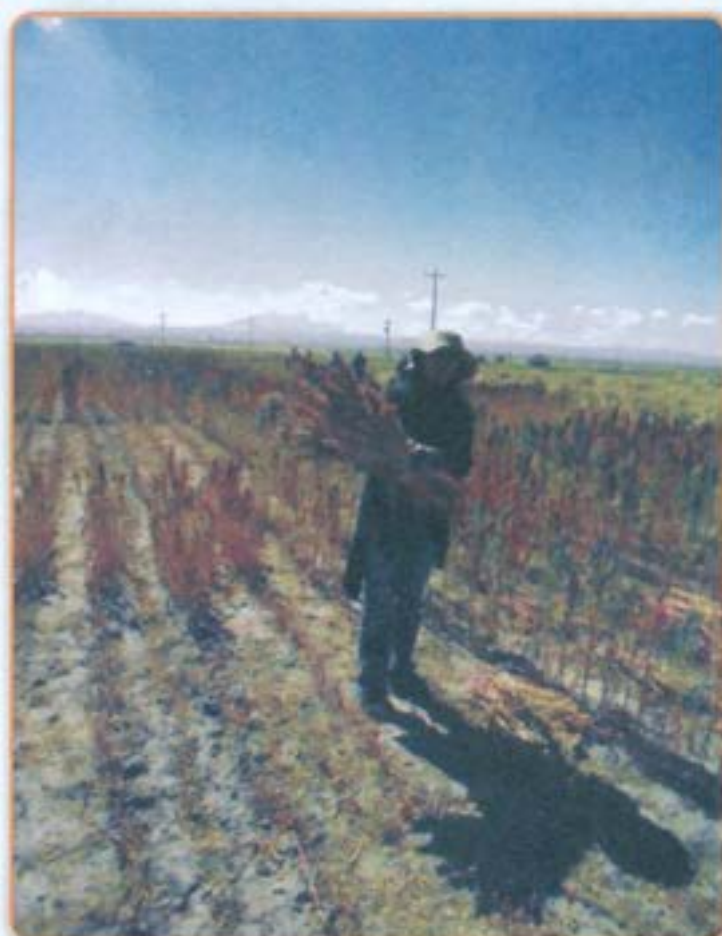
PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FÉLIX RAMÍREZ REYNOSO Ph.D.

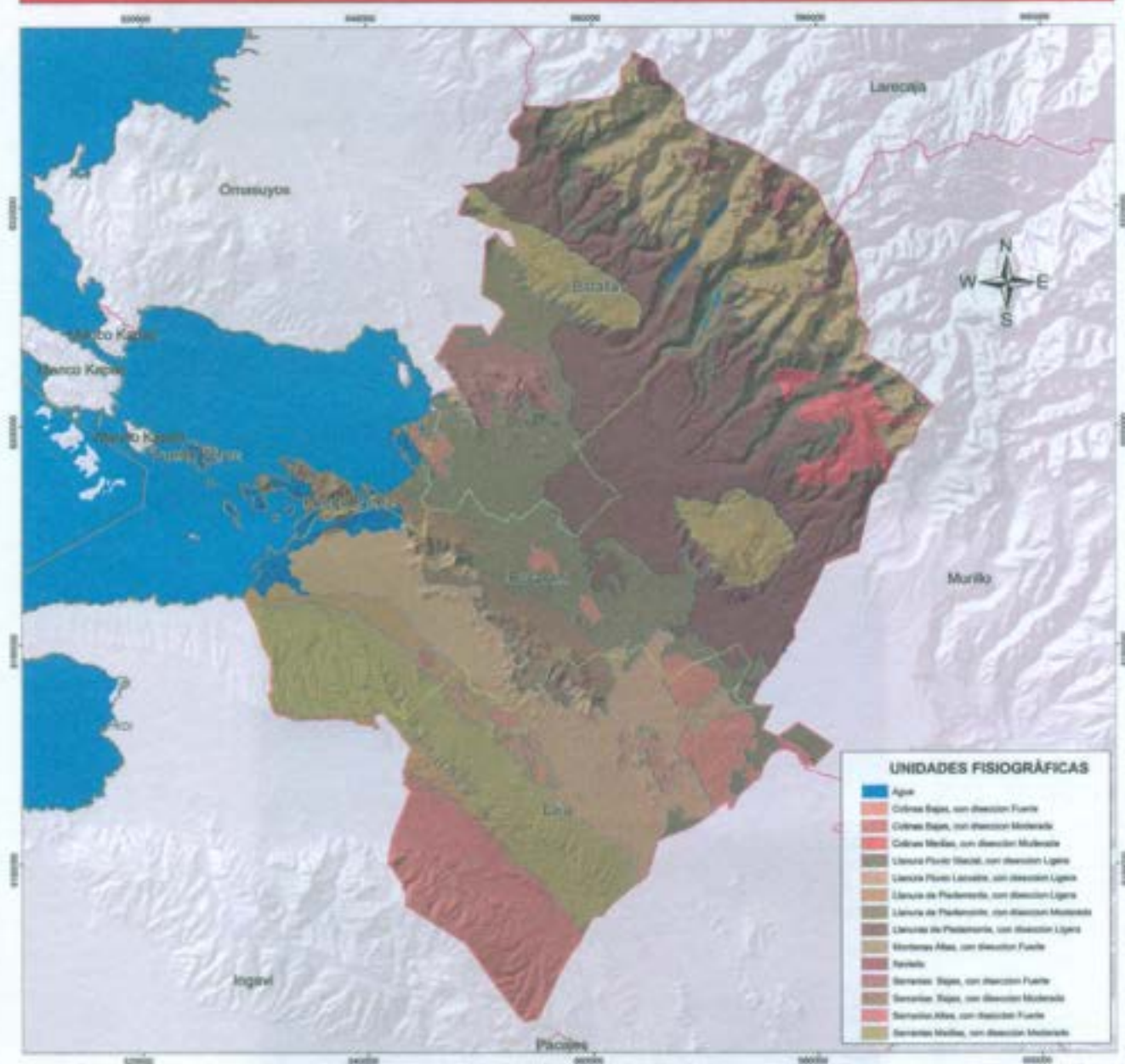
ESCALA GRÁFICA

PROYECTO
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESTADÍSTICA DE INVESTIGACIÓN
MAYOR DE SAN ANDRÉS



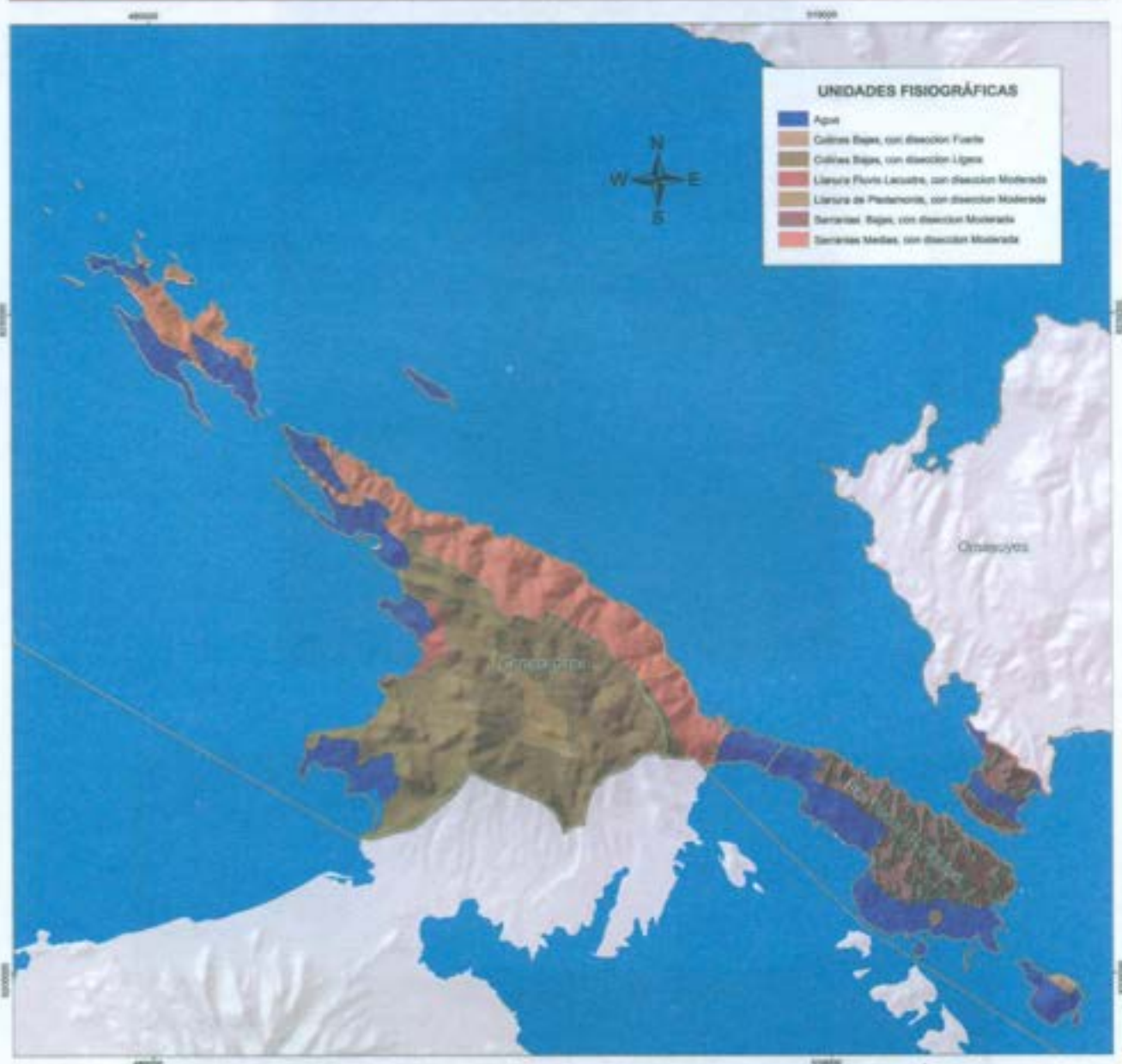


MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA LOS ANDES



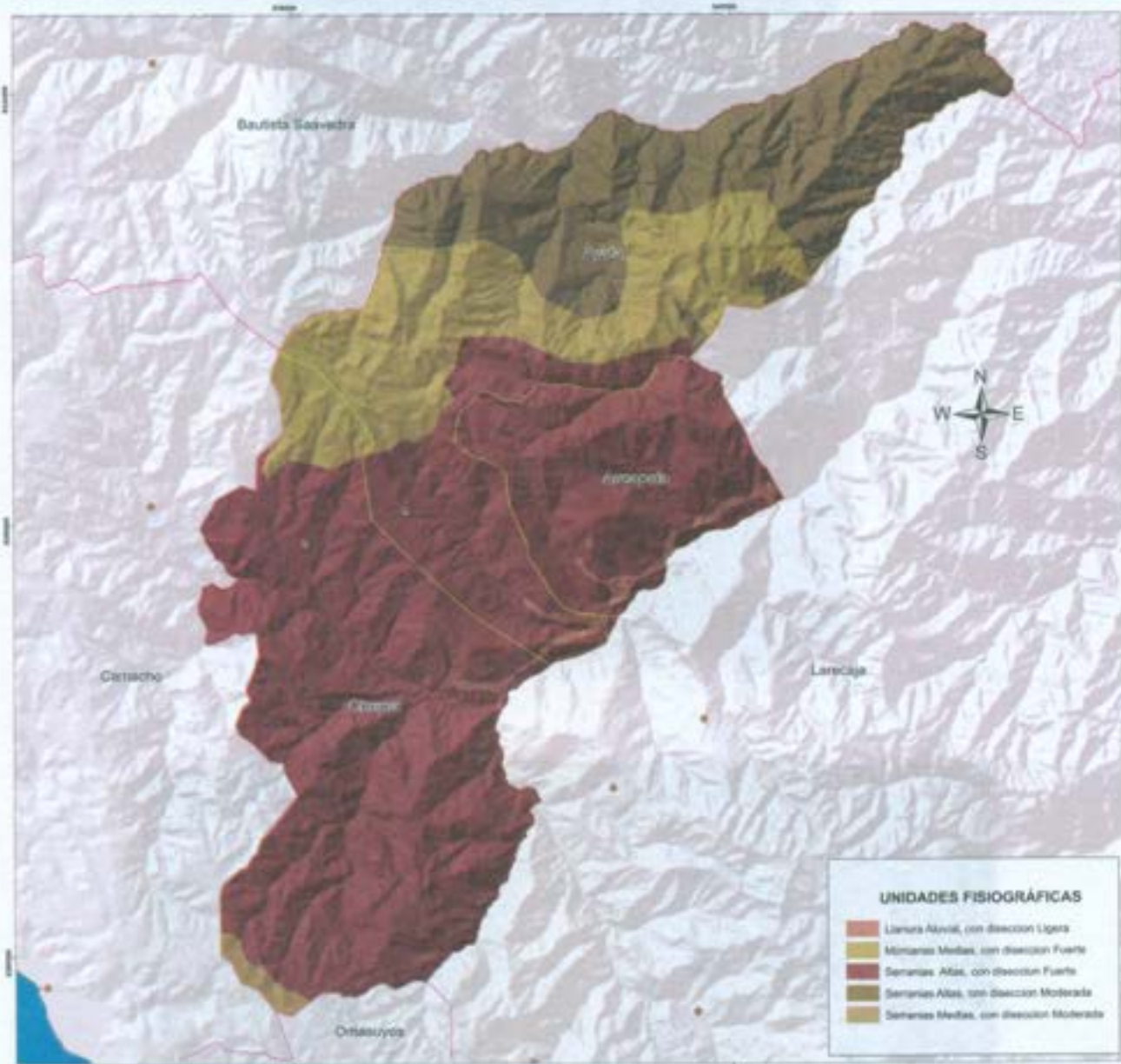


MAPA FISIOGRÁFICO PROVINCIA MANCO KAPAC





MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA MUÑECAS



UNIDADES FISIOGRAFICAS

- Llanura Aluvial, con direccion Ligera
- Montañas Medias, con direccion Fuerte
- Sierritas Altas, con direccion Fuerte
- Sierritas Altas, con direccion Moderada
- Sierritas Medias, con direccion Moderada

REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Municipal
- Lago

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRICULTURA

PROYECTO CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. HELIA MARINO RETNORO P.D.

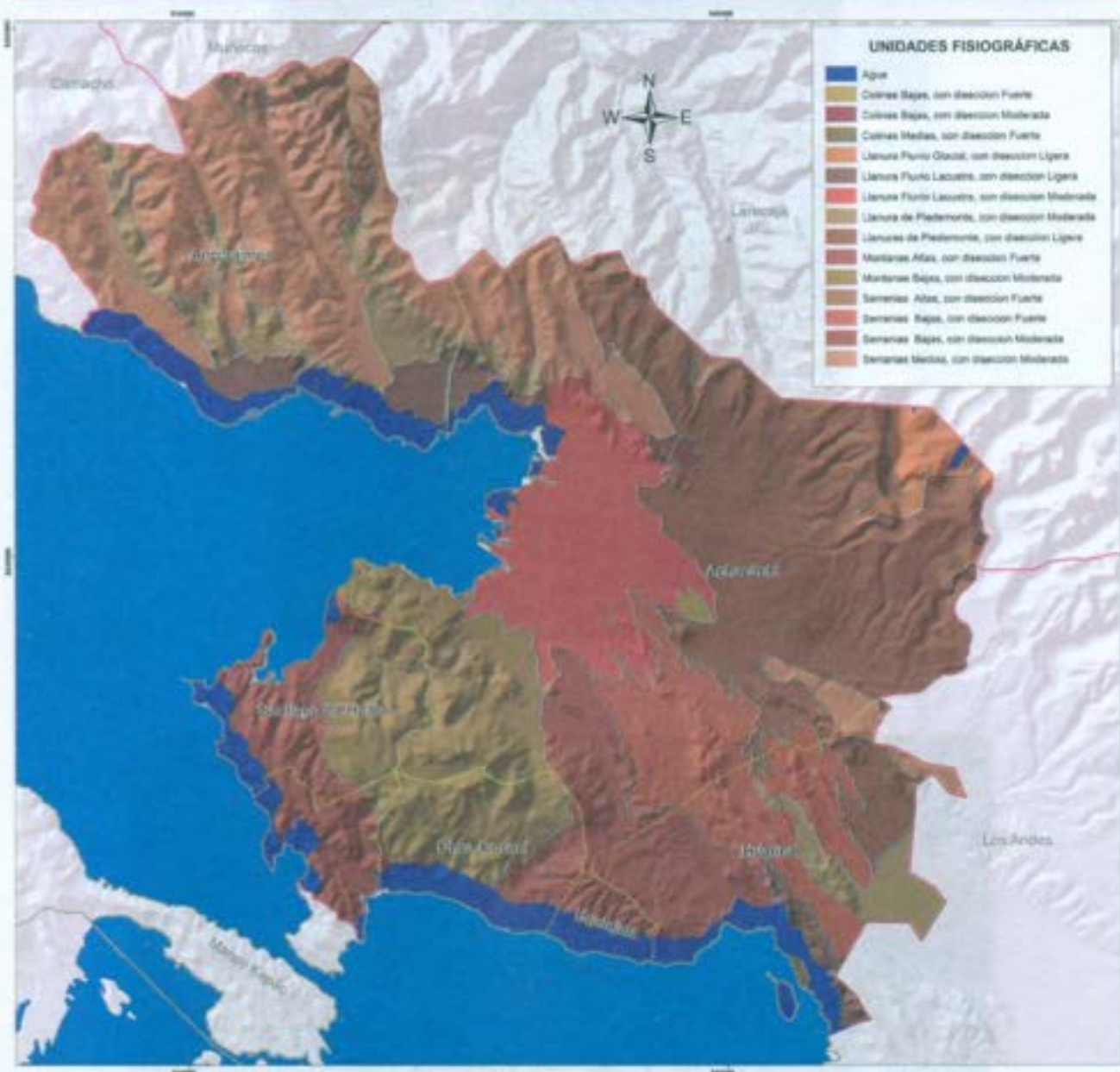
ESCALA GRÁFICA

PROYECTO
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRICULTURA
SISTEMA DE REFERENCIA
WGS 84
UTM ZONA 18 SUR





MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA OMASUYOS



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Municipal
- Lago Titicaca

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ

COORDINADOR DE PROYECTO: DR. FELIX ROMÁN REYES-PALD

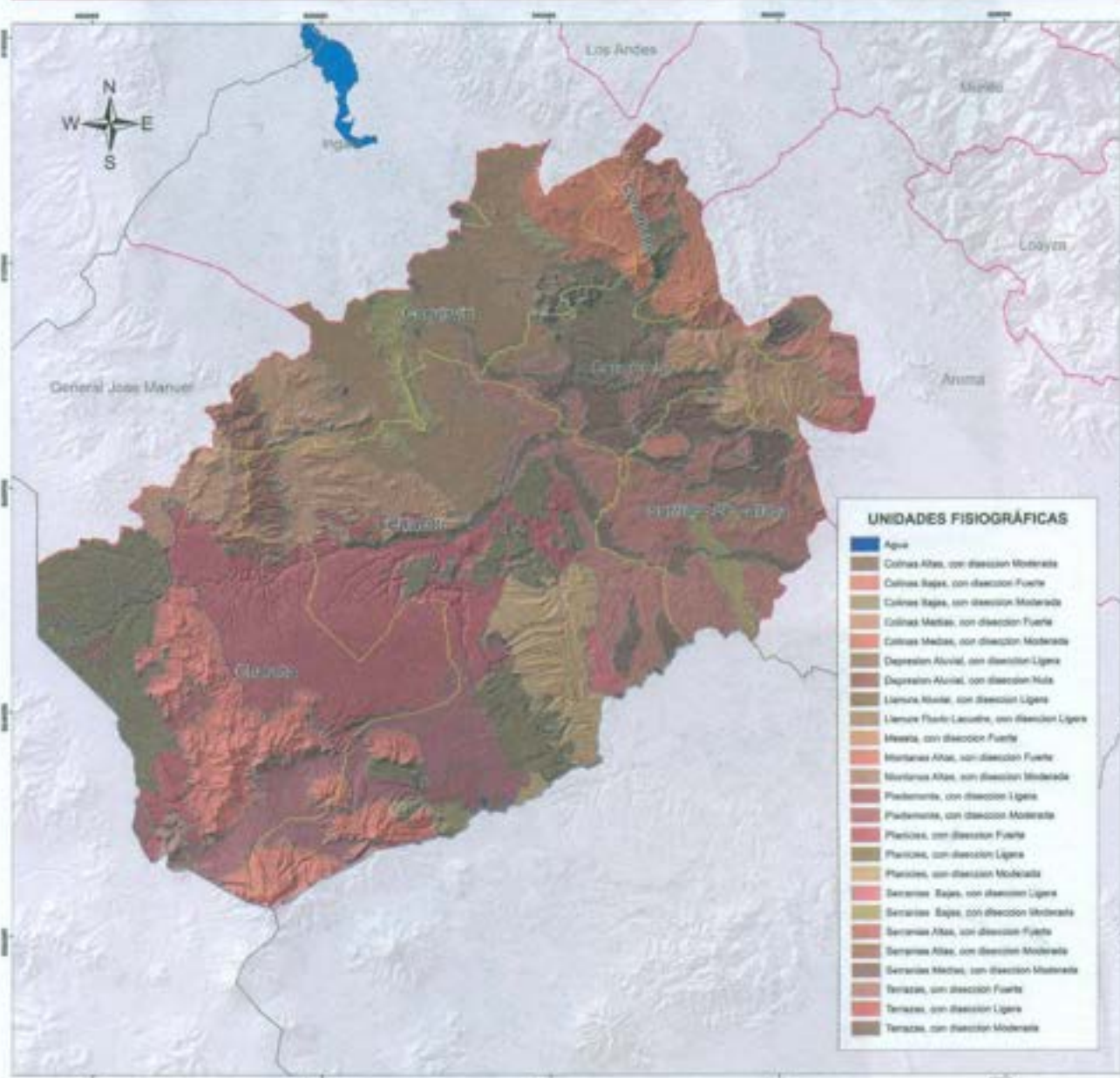
ESCALA GRÁFICA

PROYECTO
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERAS 1000
TEL: 061 222 11 11





MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA PACAJES



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Municipal
- Lago Titicaca

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. YELLY SAMAN REYNOSO P.D.

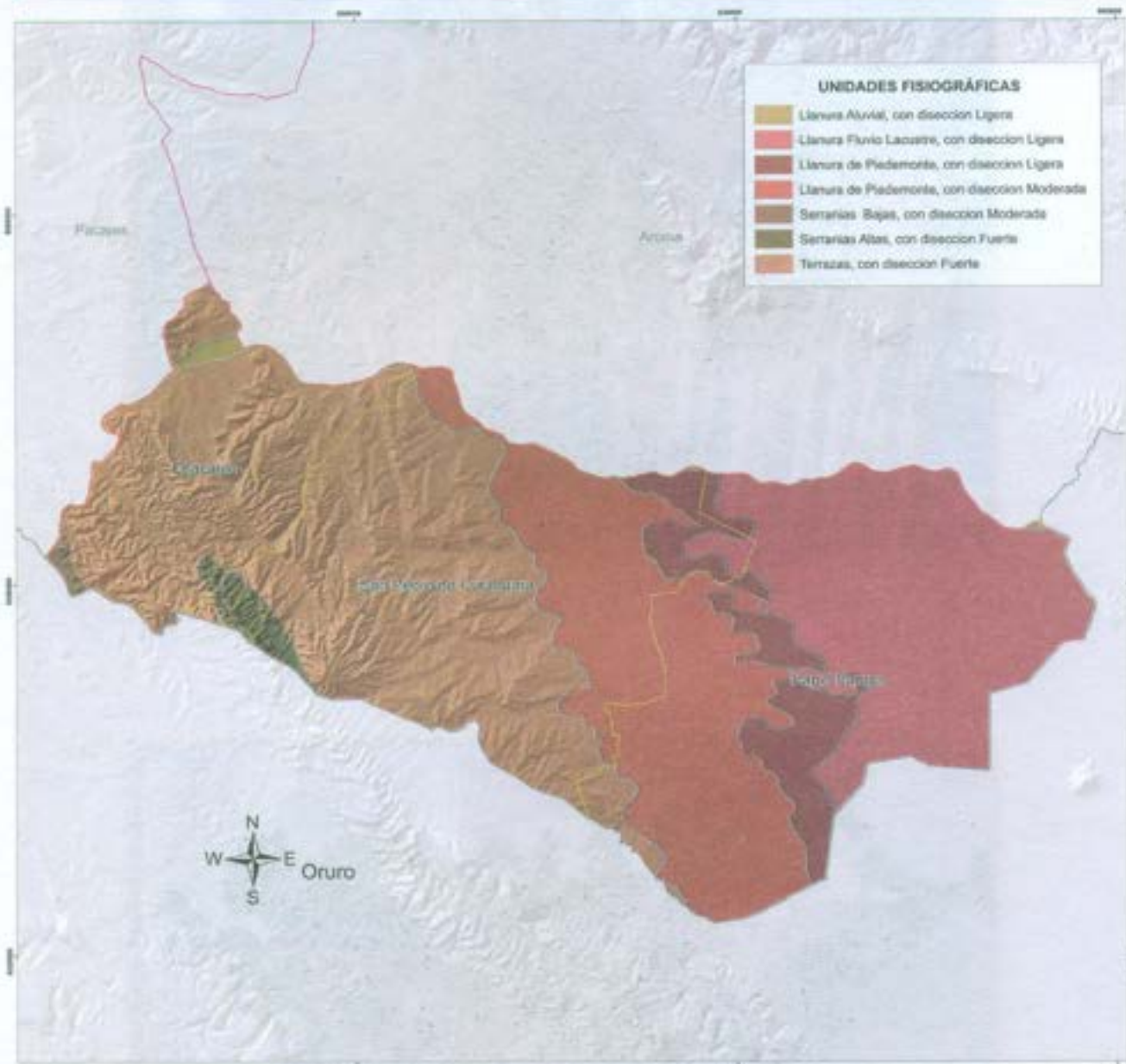
ESCALA GRÁFICA

PROTECCIÓN
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
SISTEMA DE REFERENCIA
UTM ZONA 18 SUR





MAPA FISIOGRAFICO PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal
- Lago Titicaca

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FELIX MAMANI REYNOSO PH.D.



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
SISTEMA DE MEDICIÓN
UTM ZONA 18 SUR





5.1.2. Vegetación

Se confirma la presencia de la flora existente en las zonas agroecológicas de las provincias que fueron objeto de estudio del proyecto. En estas zonas fitogeográficas se desarrollan los cultivos de cañahua y quinua. Como se describe a continuación:

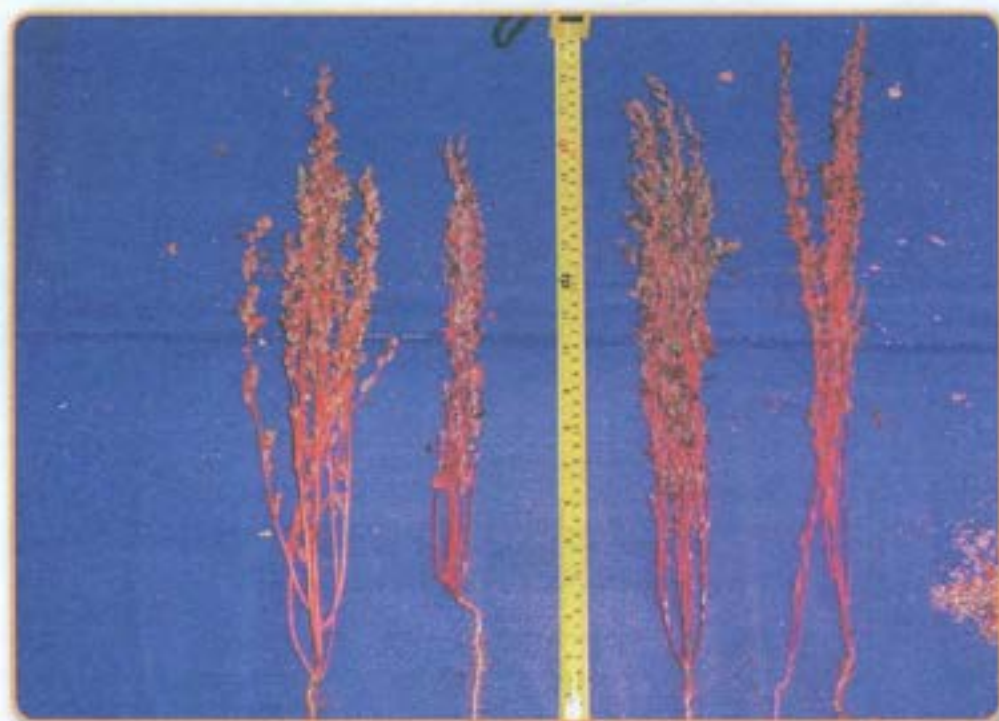
- **Antrópico:** Cultivos extensos, barbechos y prados extensos
- **Arbustal espinoso xerofítico de los Yungas de Muñecas:** Serie de *Cleistocactus variispinus*-*Lythraea ternifolia*. 1900 - 2500 m. La Paz: Yungas de Muñecas (Sorata). Montano inferior xérico.
- **Bofedales:** Sistema ecológico de las turberas altoandinas puneñas, muy características al estar dominadas por biotipos de hemcriptófitos y caméfitos subfruticulosos con denso crecimiento cespitoso, que originan morfologías muy compactas de aspecto plano o almohadillado, constituidas por una o dos especies a las que acompañan pequeñas hierbas rosuladas o reptantes. Estas formaciones se desarrollan en suelos fríos permanentemente saturados de agua, dando lugar a depósitos de turba que pueden alcanzar notables espesores. El agua es generalmente no mineralizada a sub-mineralizada, estando vinculada directa o indirectamente a surgencias o manantiales (turberas minerotróficas).
- **Facies de Iru Ichu (*Festuca orthophylla*):** se constituyen en una variante de los tholares de k'oa del Altiplano centro-norte, sobre suelos más arenosos.
- **Humedales altoandinos de la Puna subhúmedo-húmeda:** Unidad cartográfica usada como complejo para mapear los enclaves de humedales altoandinos, que en la mayoría de los casos son no cartografiables por separado. El complejo incluye tres sistemas ecológicos: Pajonales higrofiticos, Bofedales y Vegetación acuática altoandina
- **Lagunas saladas:** Unidad cartográfica que agrupa los cuerpos de agua salada del Altiplano. Corresponde a la vegetación acuática altoandina de la puna xerofítica
- **Matorrales higrofiticos altoandinos de la Puna y Altiplano xerofiticos (Tholares):** Matorrales y arbustales con dosel semicerrado a abierto de 0.5-1.5 m de altura, dominado por especies leñosas de hojas pequeñas, persistentes y muy resinosas, a menudo escuamiformes o imbricadas, principalmente de los géneros *Parastrephia* y *Baccharis* (Asteraceae); presentan un estrato inferior constituido por gramíneas cespitosas o amacolladas así como por diversos caméfitos y hemcriptófitos.. En toda su área, estos matorrales se hallan fuertemente impactados por la extracción para leña de las especies de *Parastrephia*, por lo cual han sido sustituidos en varias zonas por aspectos seriales con dominancia de grandes gramíneas amacolladas, principalmente *Festuca orthophylla*.
- **Vegetación subnival de la Puna Xerofítica:** conjunto de tipos de vegetación del piso bioclimático criorotropical, distribuido en las altas cumbres y laderas montañosas

de las serranías de la Cordillera Occidental, centro-sur del Altiplano y centro-sur de la Cordillera Oriental. Generalmente cartografiados como complejo, en cada una de estas zonas.

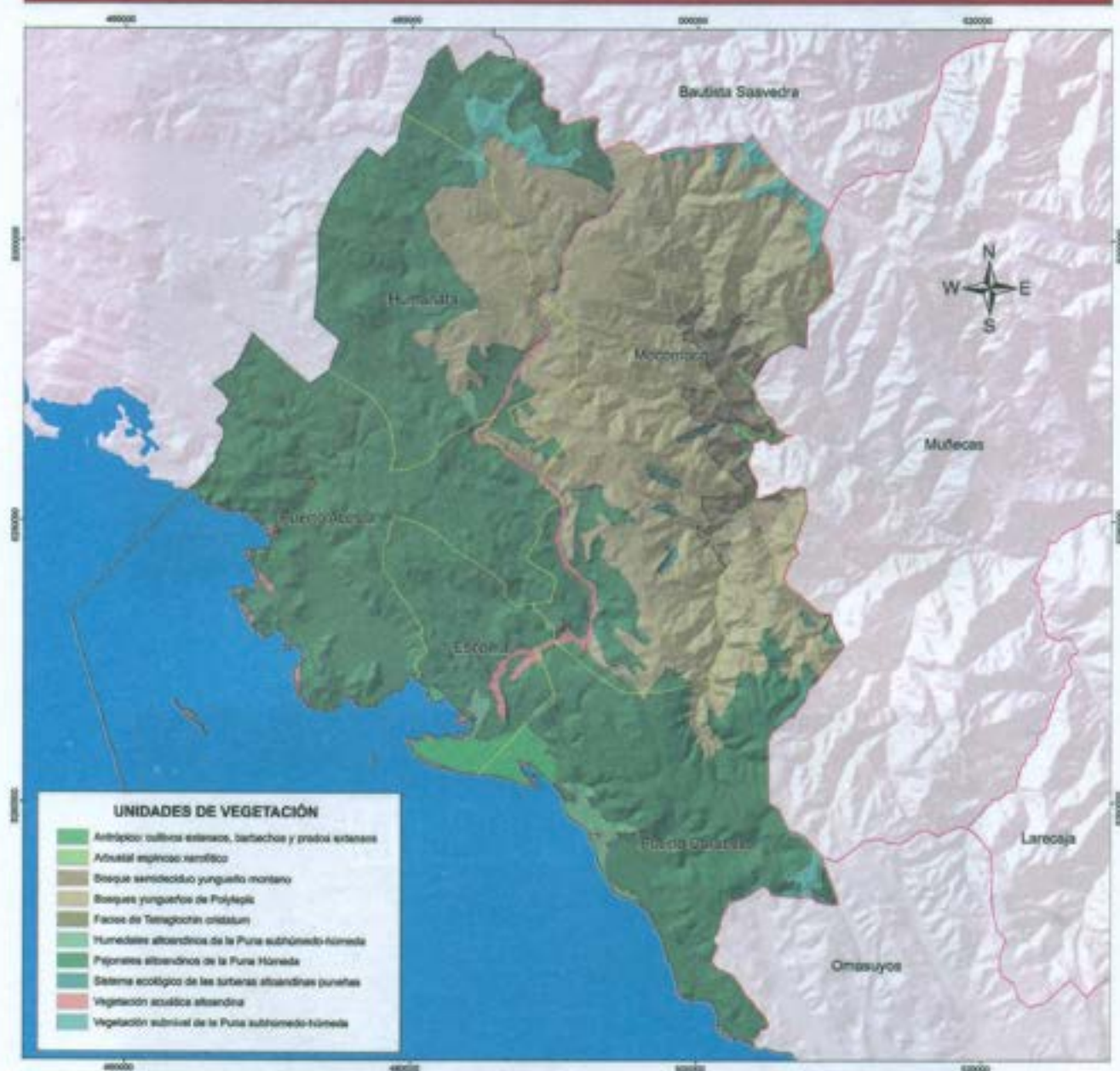
- **Pajonales altoandinos de la Puna húmeda sobre suelos bien drenados:** Sistema que incluye varias asociaciones de herbazales graminoides (pajonales), en general dominados por especies robustas de gramíneas de crecimiento amacollado y a menudo de hojas duras o pungentes, con un estrato herbáceo inferior notablemente diverso en el que son comunes biotipos de gramíneas bajas cespitosas y amacolladas así como diversas forbias, principalmente hemcriptofitos rosulados y rizomatosos, caméfitos sub-fruticosos y algunos geófitos. Se hallan ampliamente afectados por el uso ganadero, principalmente camélidos andinos y bovinos, dando lugar a numerosos aspectos de los pajonales que están estructural y florísticamente condicionados por el pastoreo. Se han cartografiado dos grupos de comunidades:
- **Pajonales altoandinos de la Puna Húmeda sobre laderas con suelos pedregosos:** presenta comunidades de *Azorella diapiensoides*-*Festuca dolichophylla*, *Deyeuxia nitidula*-*Festuca dolichophylla*, *Pycnophyllum molle*-*Aciachne acicularis*, *Pycnophyllum molle*-*Festuca rigescens*, *Werneria strigosissima*-*Stipa hans-meyeri*.
- **Pajonales altoandinos de la Puna Húmeda sobre glacia y piedemontes con suelos profundos:** Presencia de Facies de *Tetraglochin cristatum* degradadas y sobrepastoreadas
- **Pajonales higrofiticos:** Herbazales graminoides dominados por gramíneas y ciperáceas amacolladas, cespitosas y rizomatosas, acompañadas de hierbas hemcriptofíticas rosuladas y postradas. Se desarrollan sobre suelos hidromorfos siempre húmedos, que estacionalmente pueden anegarse de forma somera, ocupando depresiones topográficas mal drenadas y márgenes de cuerpos de agua del piso altoandino puneño. Es un sistema sometido a intensa presión de uso por parte del ganado.
- **Pradera salobre del Altiplano central:** Presencia de *Muhlenbergia fastigiata*-*Distichlis humilis*. se desarrolla sobre los 3600 - 4000 m.
- **Pradera salobre del Altiplano semiárido:** Presencia de *Anthobryo triandri*-*Distichlietum humilis*. 3600 - 3900 m. Se distribuye sobre los municipios de Charaña, Calacoto, Umala y Sicasica.
- **Tholar de K'oa Thola del Altiplano centro-norte:** *Muhlenbergia fastigiata*-*Parastrephietum lepidophyllae*. Suelos mesotrófico-oligotróficos ni calcáreos ni salinos. Bioclima xérico seco. Cuencas del Río Desaguadero y de los lagos Poopó y Uru-Uru. Se ha cartografiado además una variante: Facies de Iru Ichu (*Festuca orthophylla*): suelos más arenosos.

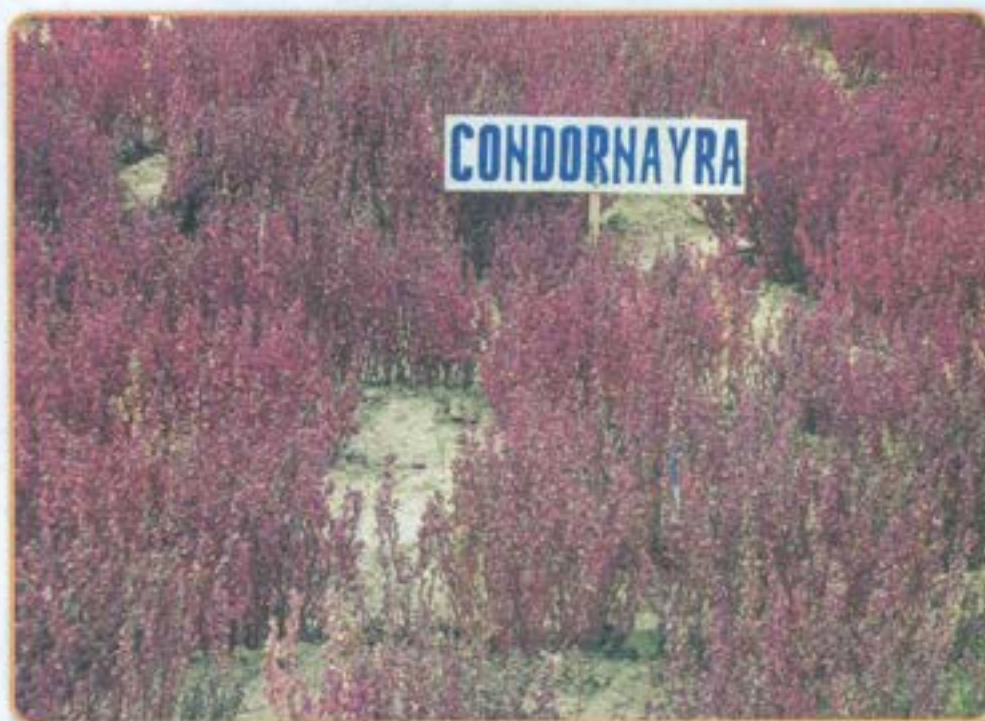
- **Tholar noroccidental de suelos bien drenados:** Com. de *Lobivia pentlandii-Parastrephia lepidophylla*. 3600 - 4000 m. Bioclíma xérico seco. Tholar sobre suelos bien drenados del noroeste del Altiplano. Oruro (provincias Totorá y Sajama); La Paz (Provincia Pacajes).
- **Tolillar de glaciés y piedemontes del Altiplano central y sur:** Com. de *Anthobryum triandrum-Fabiana densa*. 3600 - 3800 m. Bioclíma xérico seco y semiárido. Sobre suelos calcáreos en lomas de rocas blandas: colinas y glaciés altos del piedemonte de los cerros y serranías altiplánicas en su contacto o transición hacia las llanuras fluvio-lacustres.
- **Tolillar seco del Altiplano centro-norte:** *Lobivia pentlandii-Fabianetum densae*. 3500 - 4000 m. Bioclíma xérico seco. Oruro (provincias Cercado, Saucari, Poopó, Avaroa, Pagador, Carangas, L. Cabrera este, Dalence, Totorá y Sajama este); sur de La Paz (provincias G. Villarroel, Aroma sur y Pacajes).
- **Vegas y humedales de la Puna y Altiplano xerofíticos:** conjunto de comunidades higrofiticas y acuáticas cartografiadas generalmente en complejo. Incluye: Pajonales higrofiticos de la Puna Xerofítica, Bofedales altoandinos de la Puna xerofítica y Vegetación acuática altoandina de la Puna Xerofítica.
- **Vegetación acuática altoandina (CES409.089).** Conjunto de tipos de vegetación que ocupan los cuerpos de agua permanentes o semi-permanentes del piso altoandino puneño. Se estructuran espacialmente dando lugar a zonaciones características ordenadas en función del gradiente de inundación, pudiendo distinguirse en cada una de estas zonas diferentes comunidades dominadas cada una de ellas por determinados biotipos morfo-ecofisiológicos, desde las comunidades de helófitos peri-litorales emergentes a las comunidades flotantes (pleustófitos) y enraizantes sumergidas (hidrófitos).

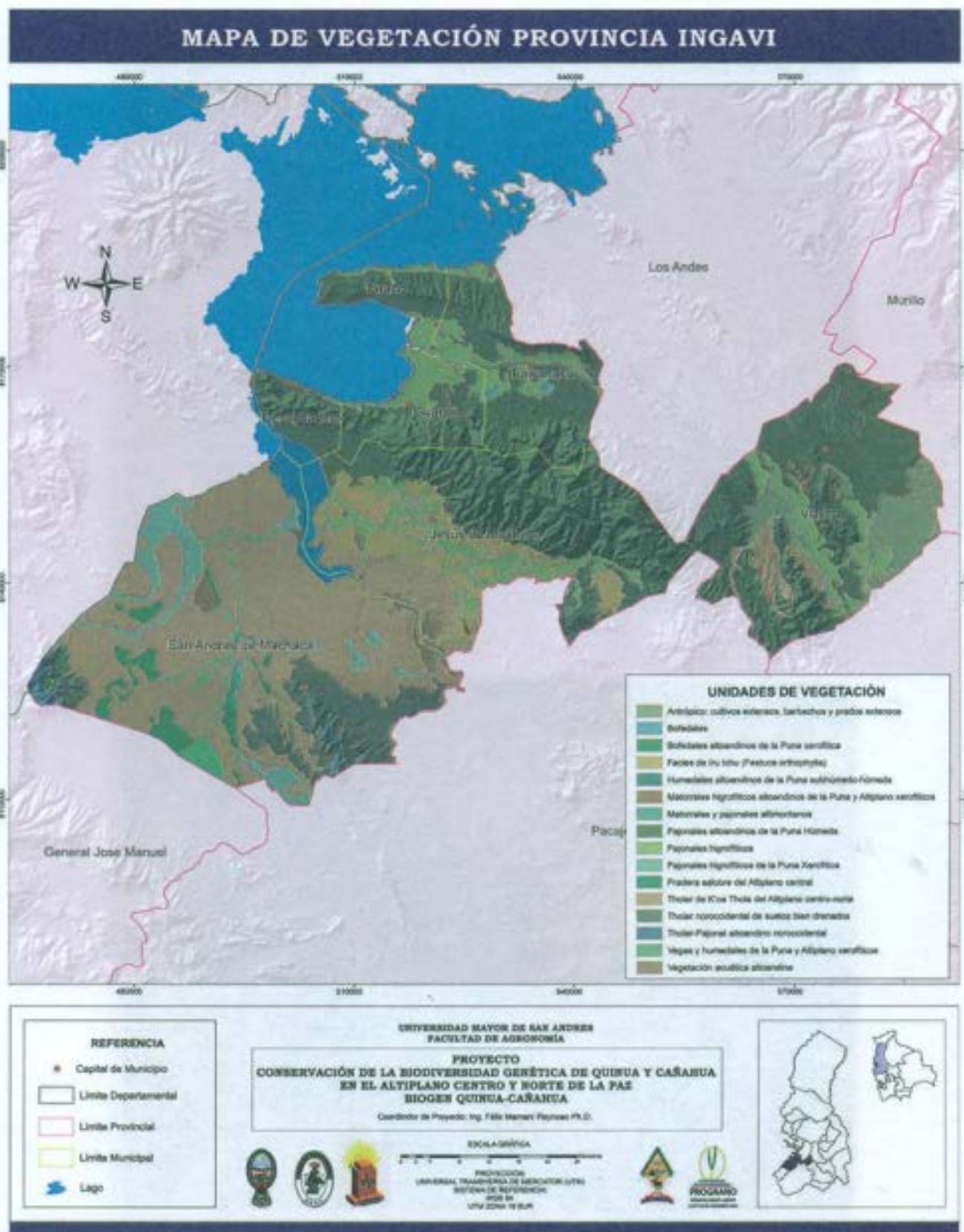




MAPA DE VEGETACIÓN PROVINCIA CAMACHO

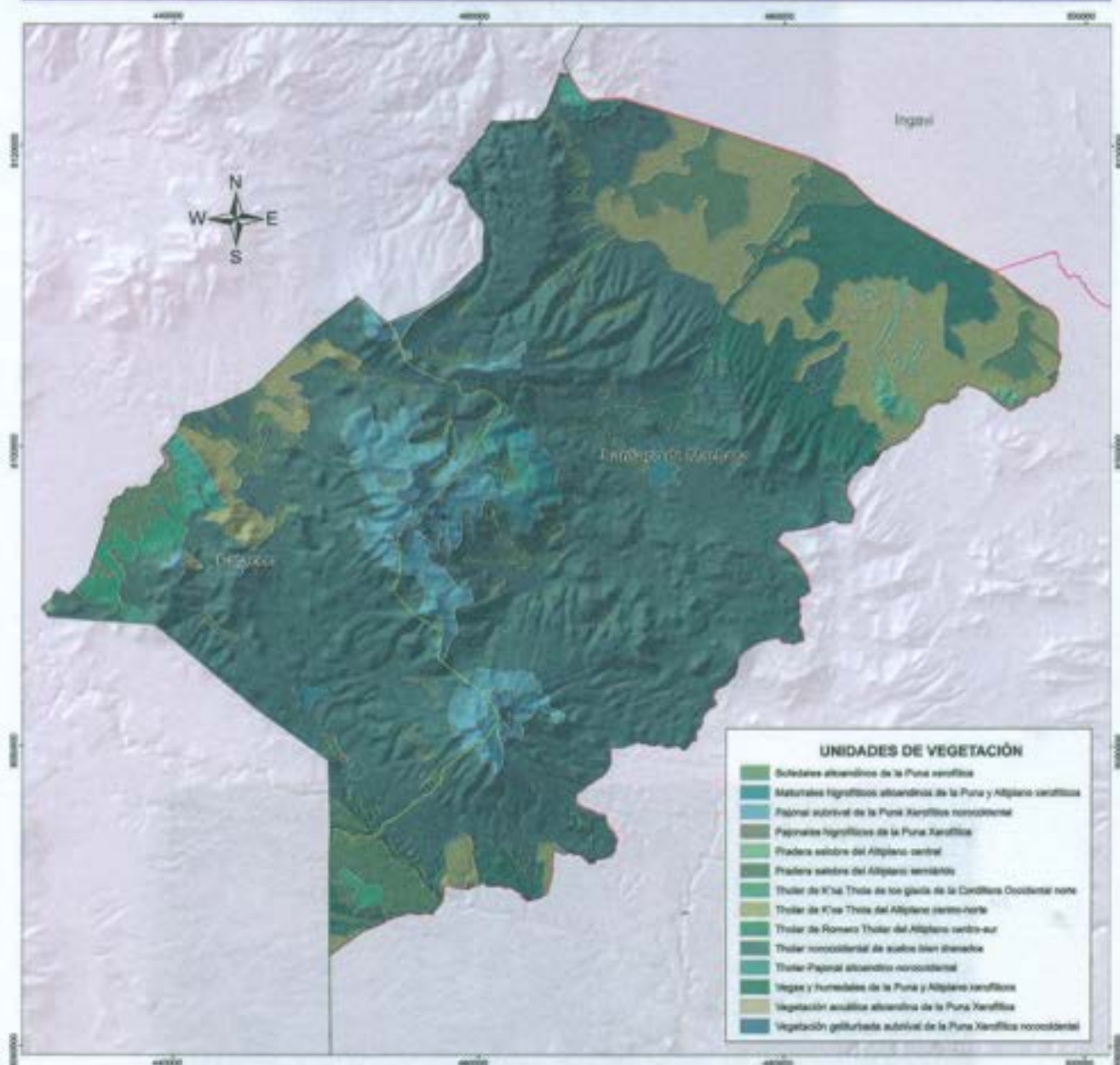








MAPA DE VEGETACIÓN PROVINCIA JOSÉ MANUEL PANDO



REFERENCIA	
★	Capital de Municipio
□	Limite Departamental
□	Limite Provincial
□	Limite Municipal

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

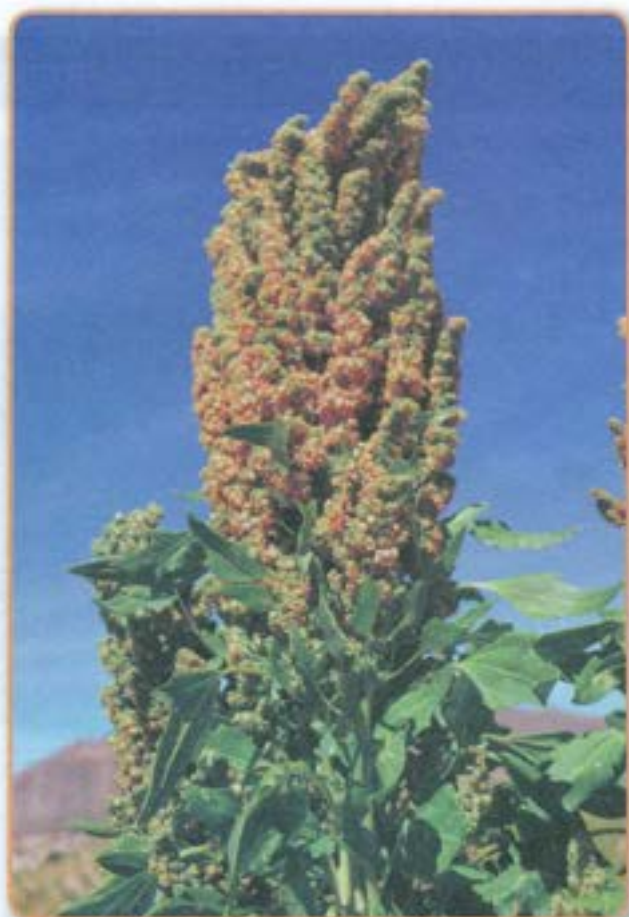
PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FÉLIX MANARI REYNOSO P.S.

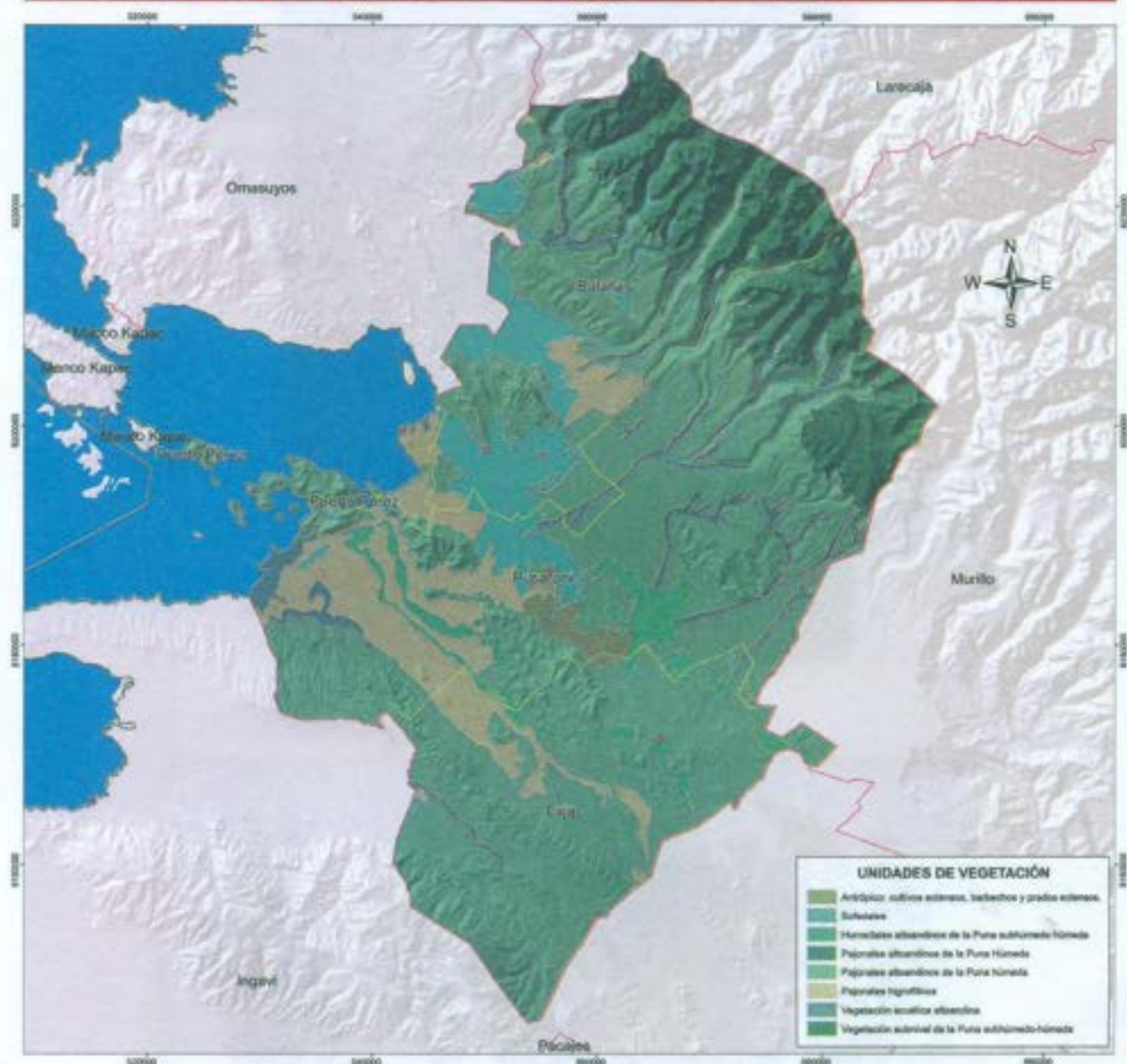
ESCALA GRÁFICA

PROYECTO
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
SISTEMA DE INFORMACIÓN
SIG Y ZONAS DE RIESGO

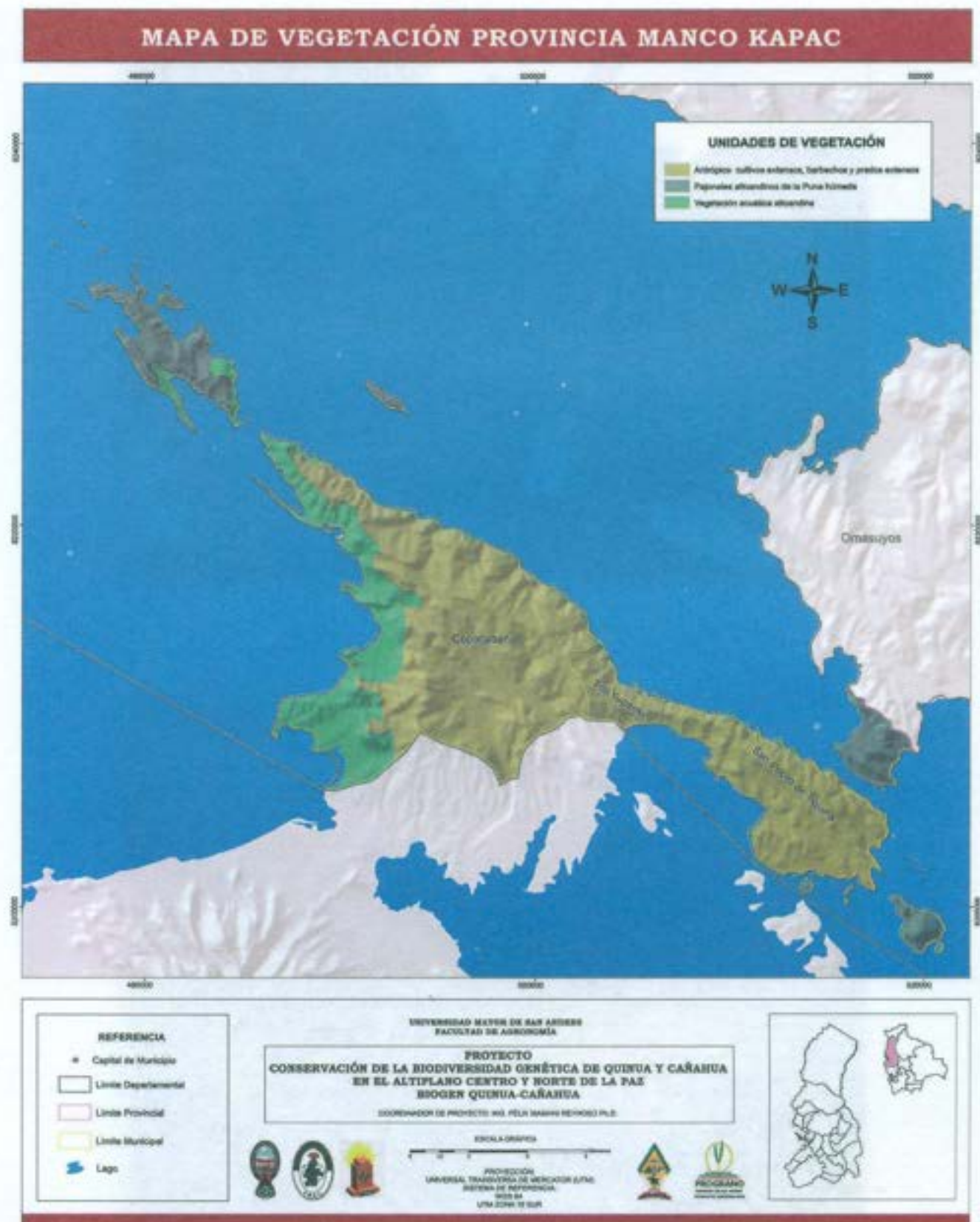




MAPA DE VEGETACIÓN PROVINCIA LOS ANDES

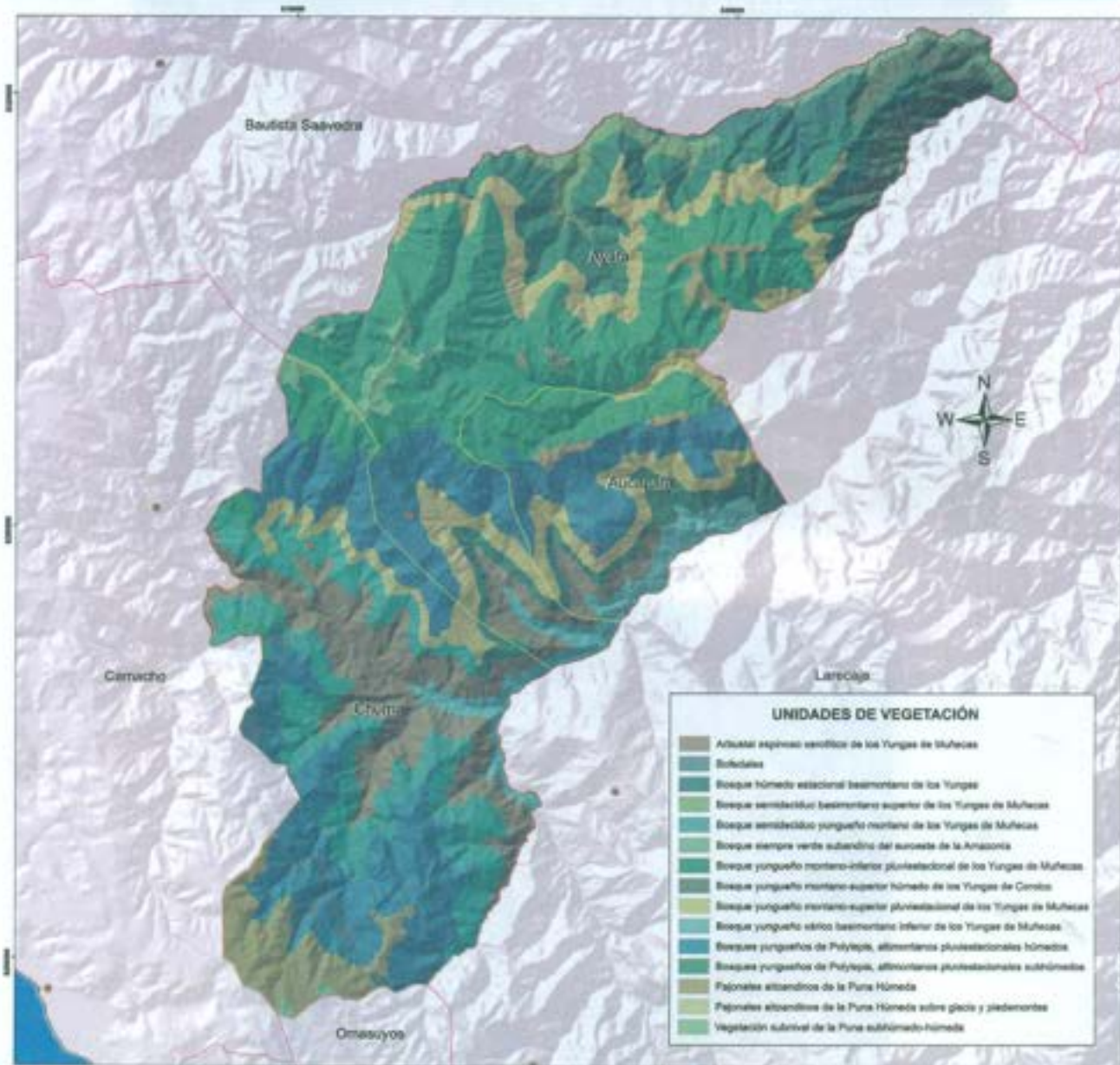








MAPA DE VEGETACIÓN PROVINCIA MUÑECAS



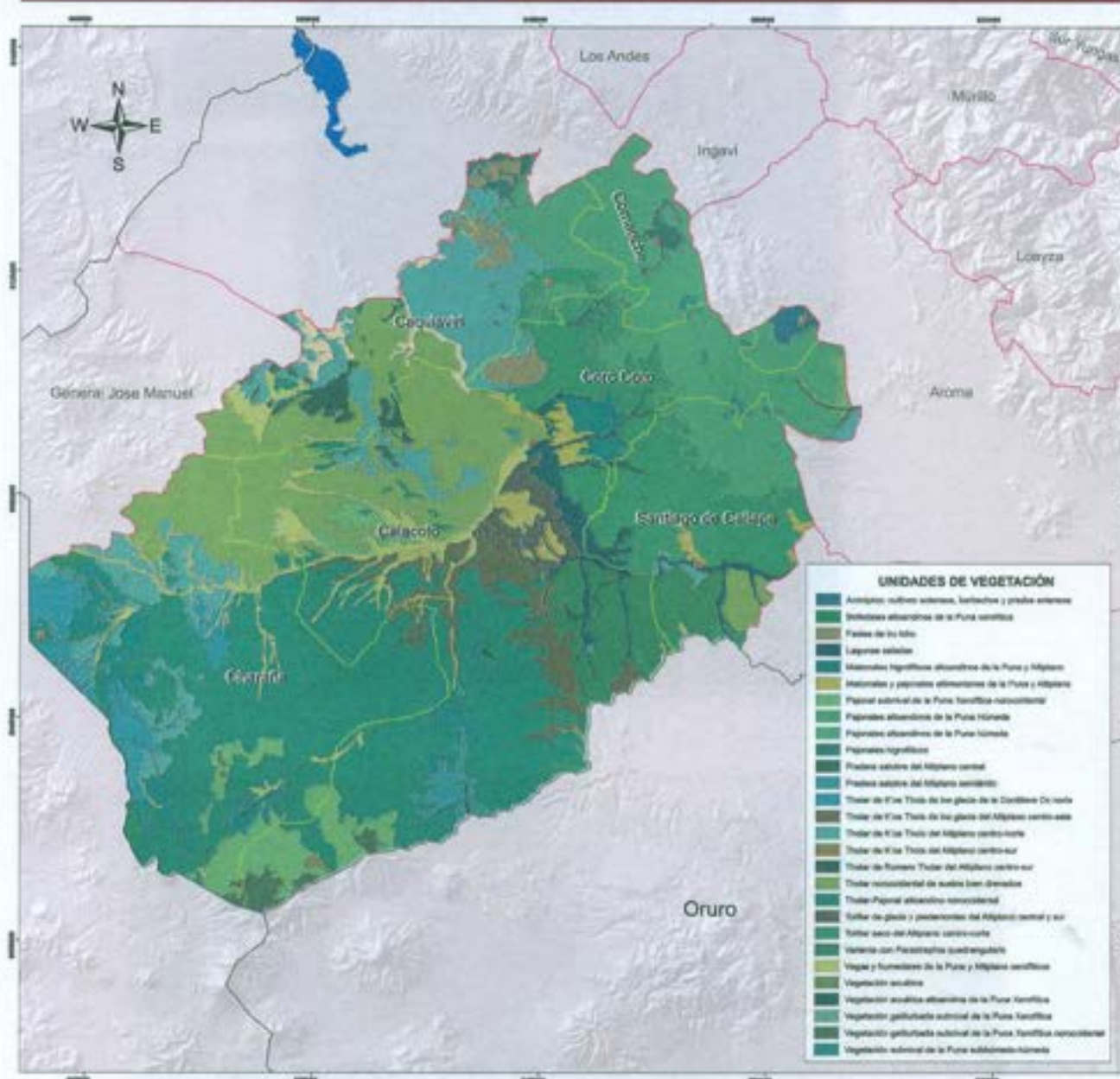


MAPA DE VEGETACIÓN PROVINCIA OMASUYOS



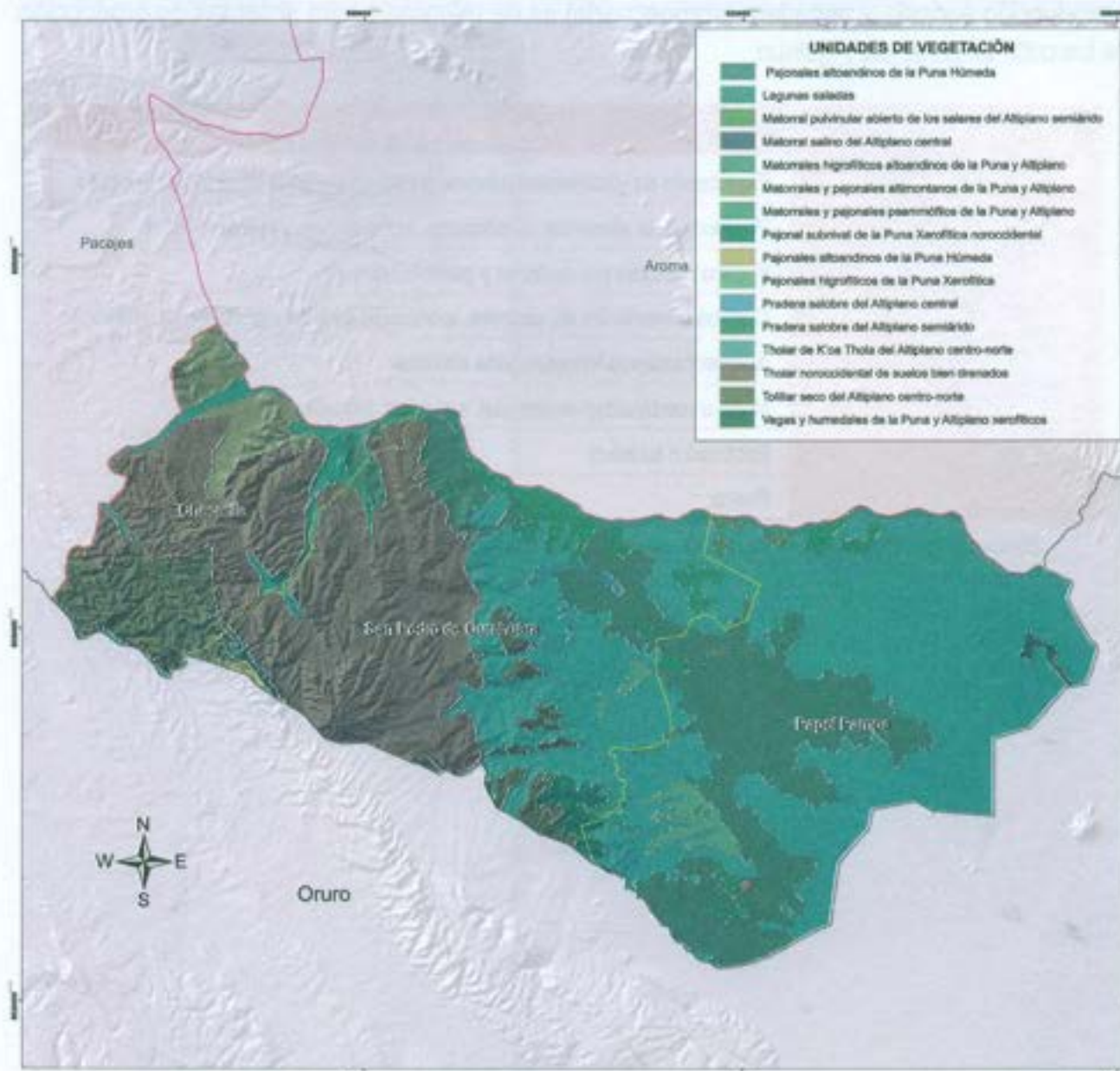


MAPA DE VEGETACIÓN PROVINCIA PACAJES





MAPA DE VEGETACIÓN PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



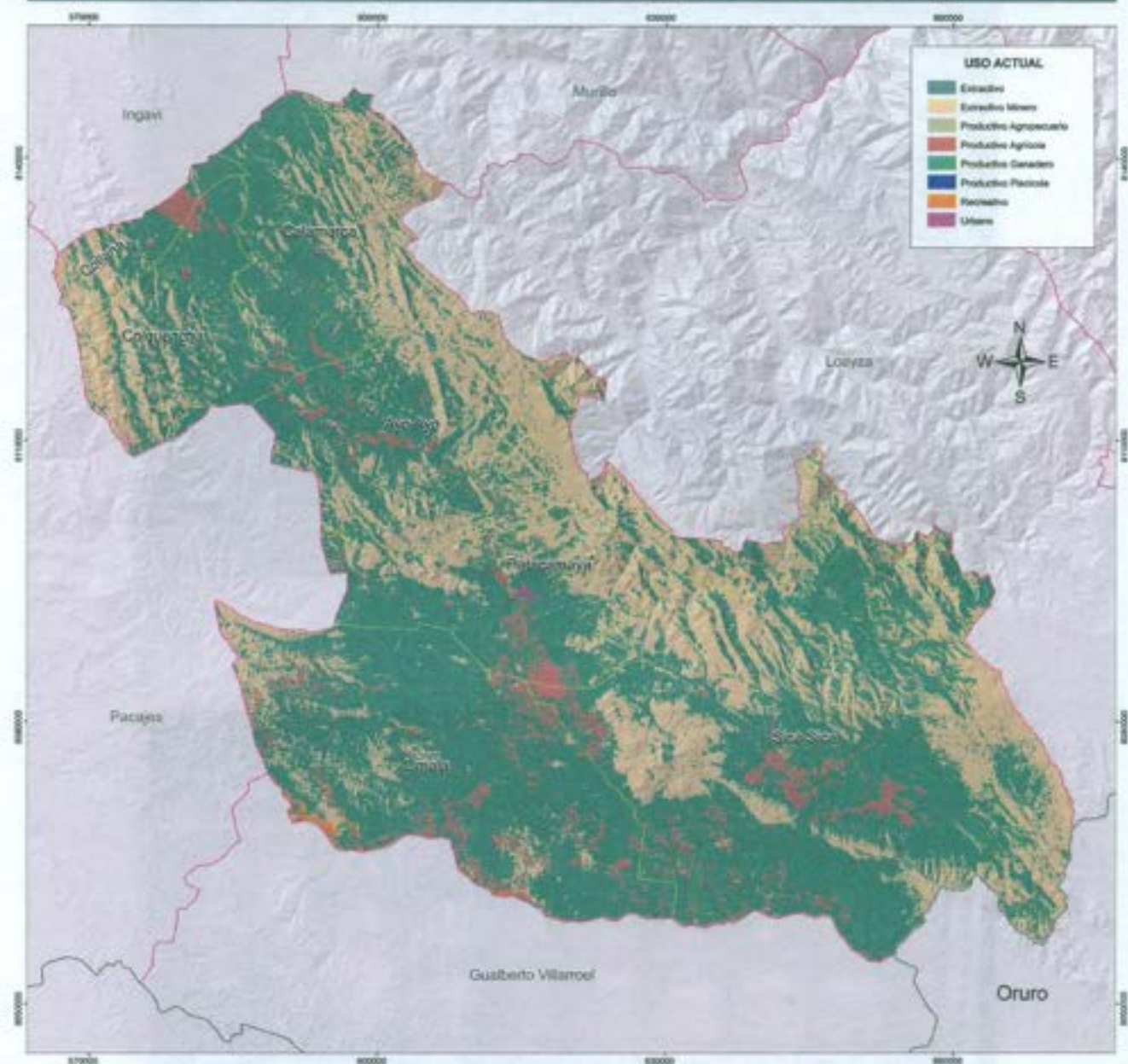
5.1.3. Uso actual de suelo

De acuerdo a los datos del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, en el área de estudio se han podido identificar los siguientes tipos de uso actual del suelo. Sin embargo, el uso actual referido a producción agrícola y ganadera (agropecuaria) es de referencia para sistemas de producción de los cultivos cañahua y quinua.

USO ACTUAL	DESCRIPCIÓN
Extractivo minero en parte	Explotación de yacimientos mineros y escaso pastoreo directo por sectores
Productivo agrícola*	Producción de alimentos de consumo, subsistencia y mercado local
Productivo ganadero*	Escaso pastoreo por sectores y pastoreo directo
Productivo agropecuario*	Cultivos alimenticios en sectores, extracción de leña y pastoreo extensivo
Extractivo	Aprovechamiento forrajero, vida silvestre
Urbano	Mixto o combinados residencial, servicios, industria y otros
Recreativo	Escénico o turístico
Productivo piscícola	Pesca

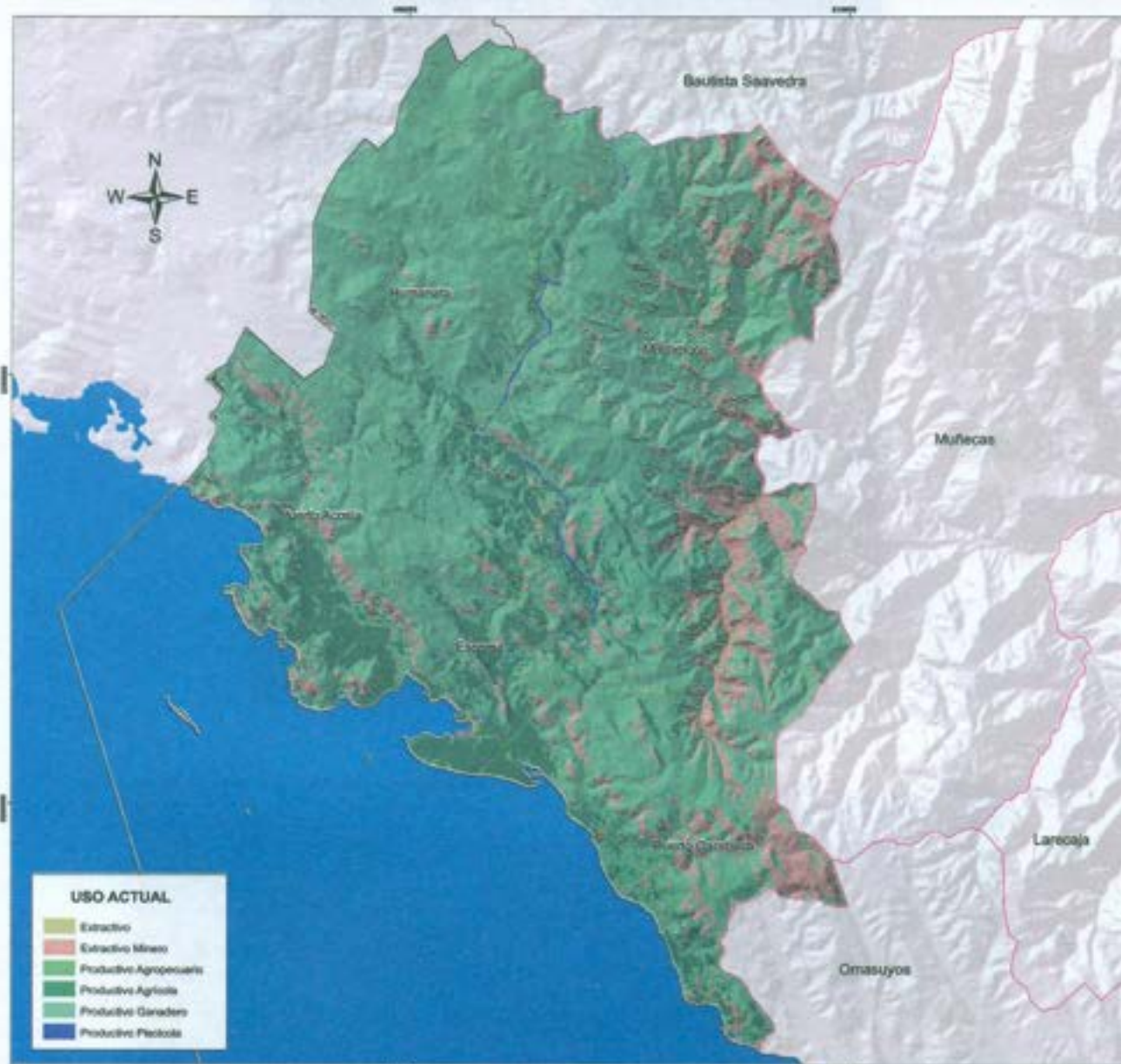
- * Zonas de importancia para desarrollo de cultivos (de interés del proyecto)

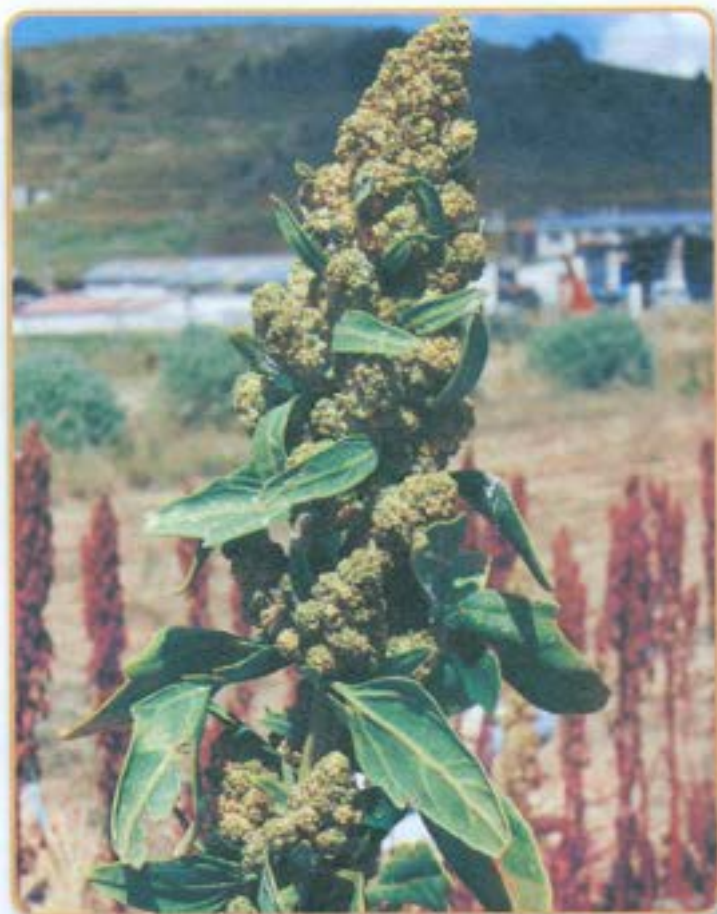
MAPA DE USO ACTUAL DE SUELO PROVINCIA AROMA





MAPA DE USO ACTUAL DE SUELO PROVINCIA CAMACHO



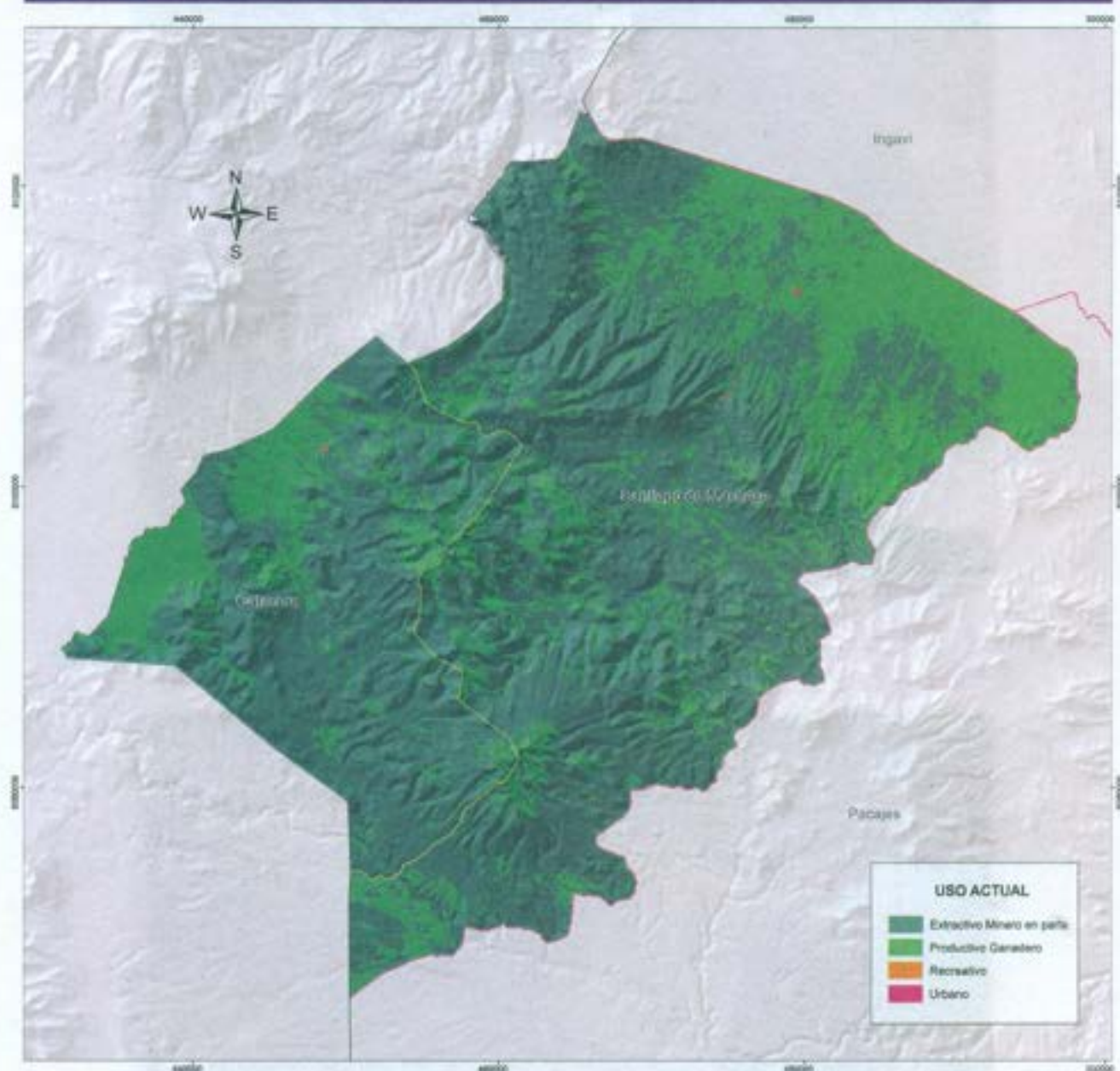


MAPA DE USO ACTUAL DE SUELO PROVINCIA INGAVI





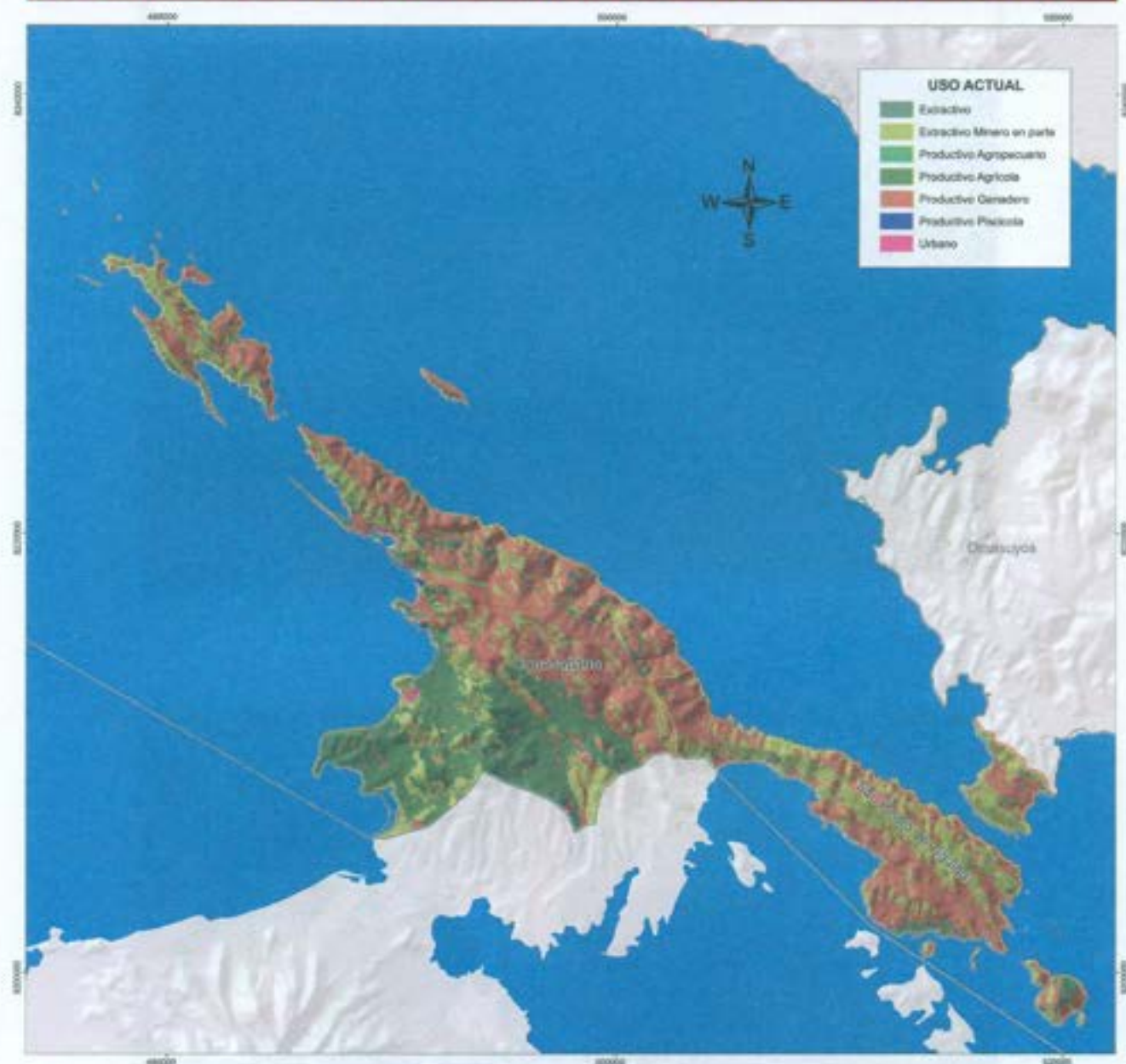
MAPA DE USO ATUAL DE SUELO PROVINCIA JOSÉ MANUEL PANDO

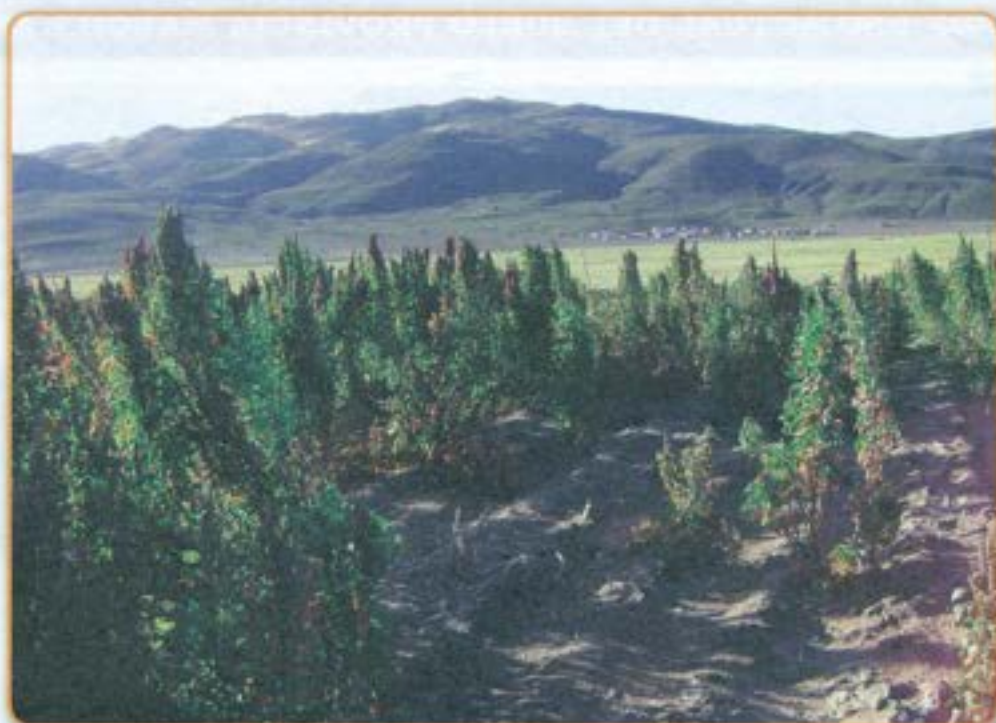






MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO PROVINCIA MANCO KAPAC





MAPA DE USO ACTUAL DE SUELO PROVINCIA MUÑECAS



REFERENCIA	
	Capital de Municipio
	Límite Departamental
	Límite Provincial
	Límite Municipal
	Lago

ENTIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

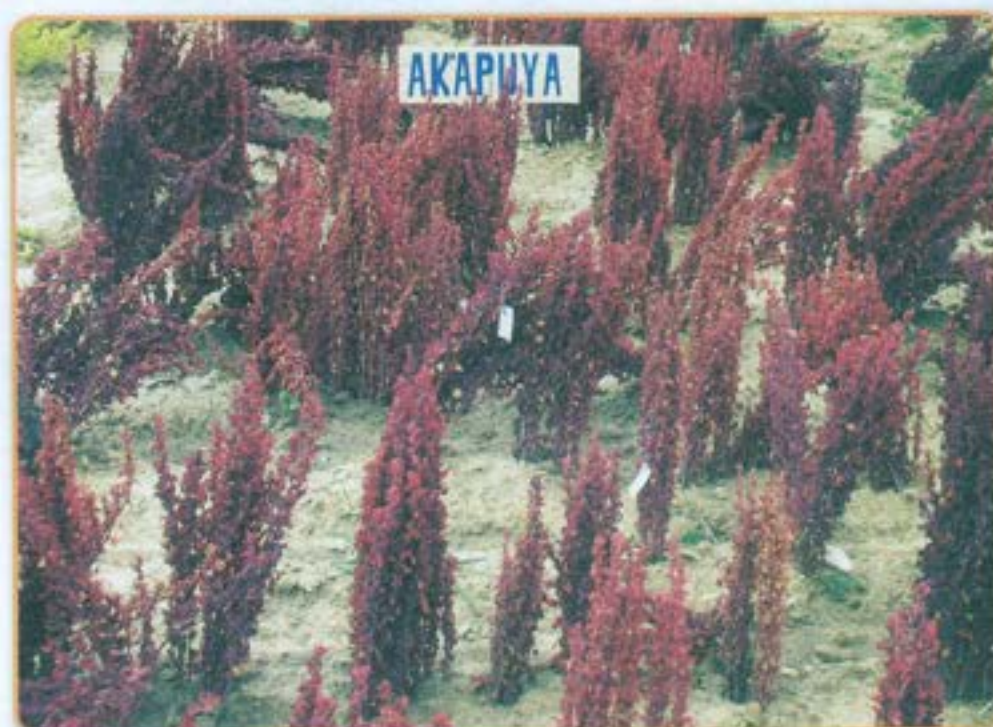
COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FELIX SANCHEZ REDONDO P.E.

ESCALA GRÁFICA
0 1 2 3 4 5

PROYECTO
UNIVERSIDAD TRANSVERSA DE MENDOZA (UTM)
SISTEMA DE REFERENCIA
UTM 18
UTM 2004 18 SUR









MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO GUALBERTO VILLARROEL



5.1.4. Geología

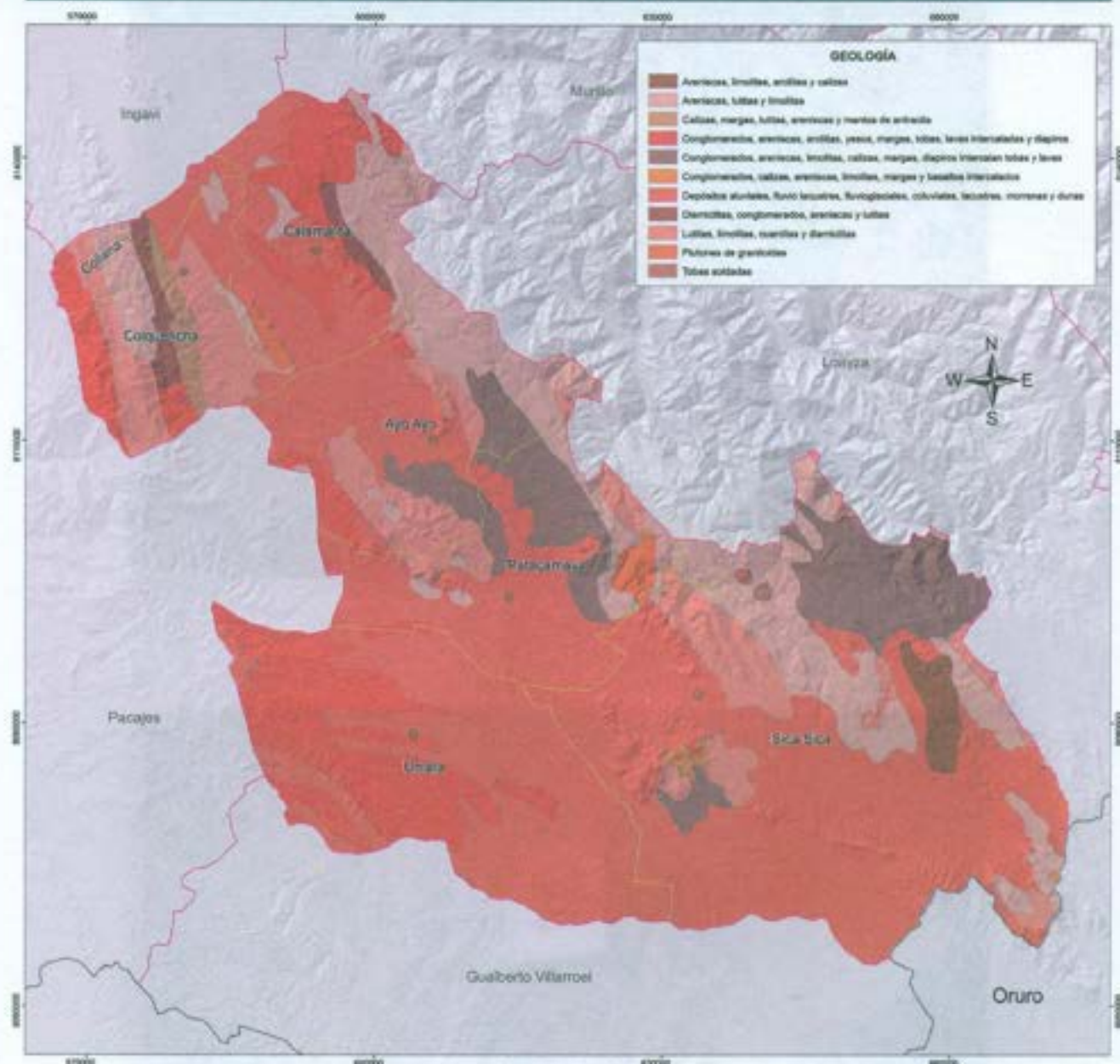
Bolivia tiene características fisiográficas específicos debido a las condiciones geológicas de las rocas que surgen en su superficie. En la Cordillera occidental se tienen cráteres y conos volcánicos alineados de norte a sur, mesetas volcánicas, flujos de lava y material vulcano-sedimentario de edad terciaria, también se tienen piedemontes y llanuras aluviales de edad cuaternaria.

Debido a estas características, los suelos del altiplano están constituidos predominantemente por unidades de origen fluvio-lacustre, fluvio-glaciales, coluviales, lacustres, conformada por sedimentos cuaternarios.

La Cordillera oriental se caracteriza por presentar montañas de origen estructural, modelado por procesos glaciales y denudaciones, constituyendo valles profundos como resultado de los procesos de erosión fluvial y glacial, que favorecen a la formación de suelos agrícolas.

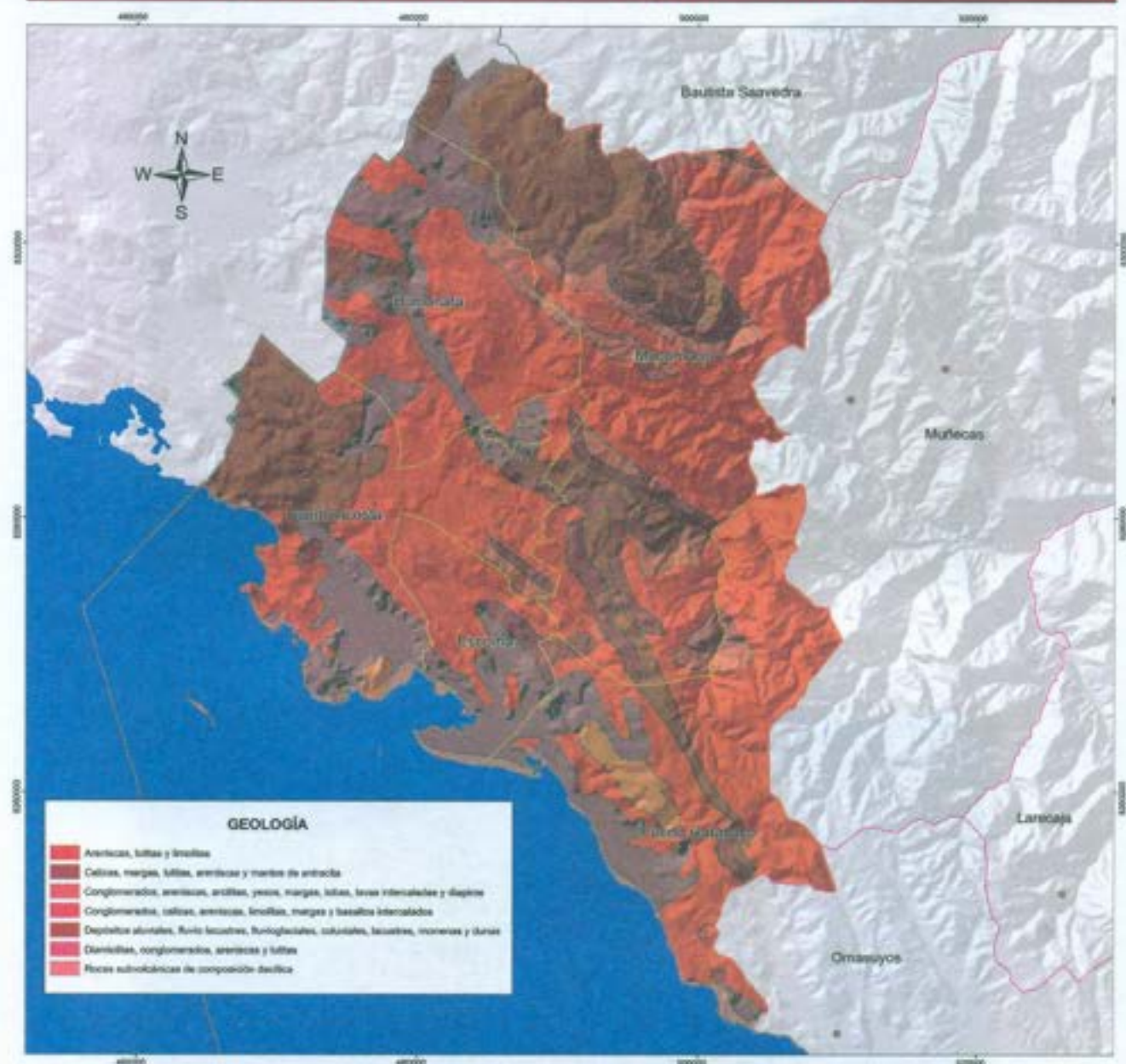


MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA AROMA



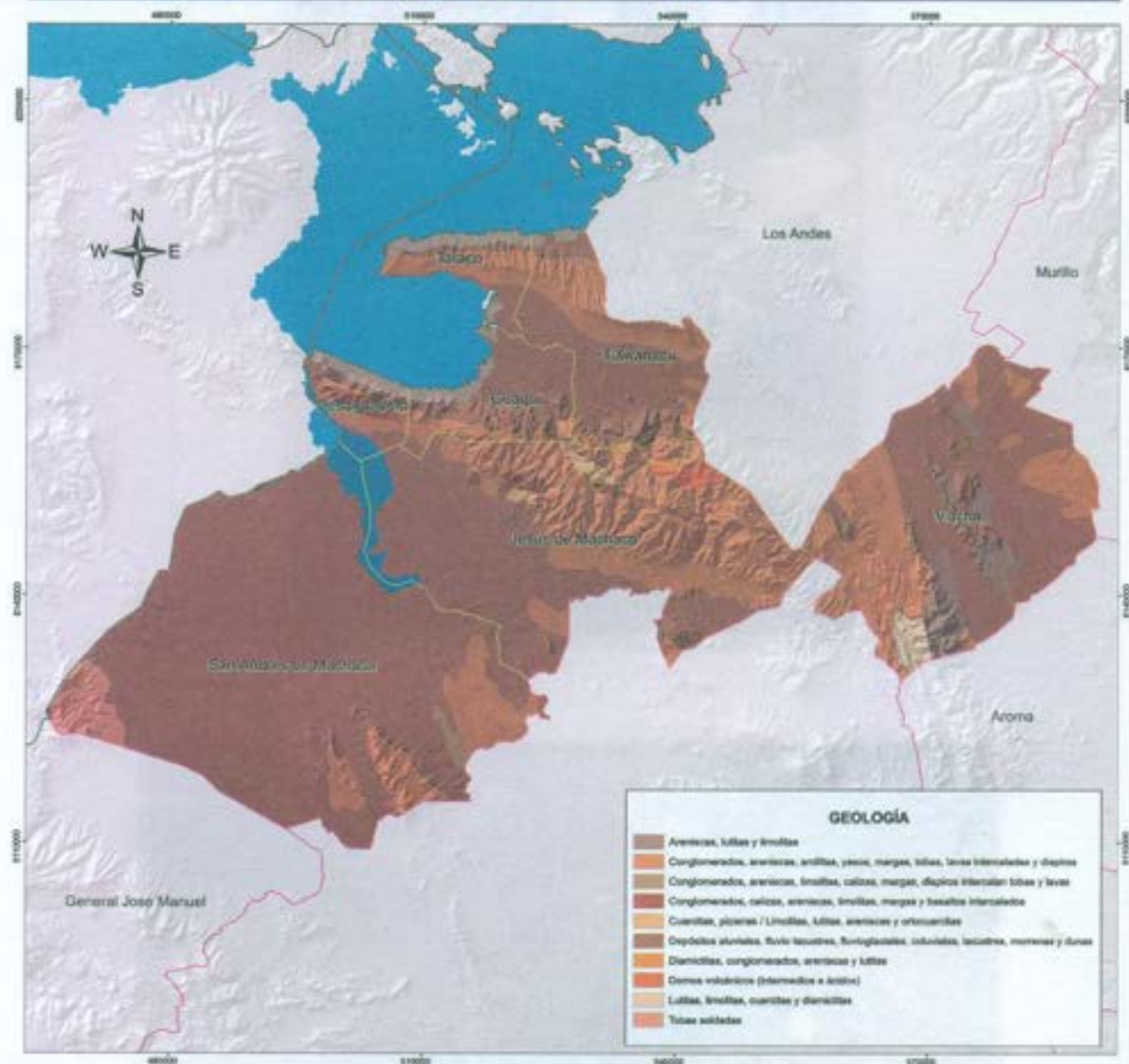


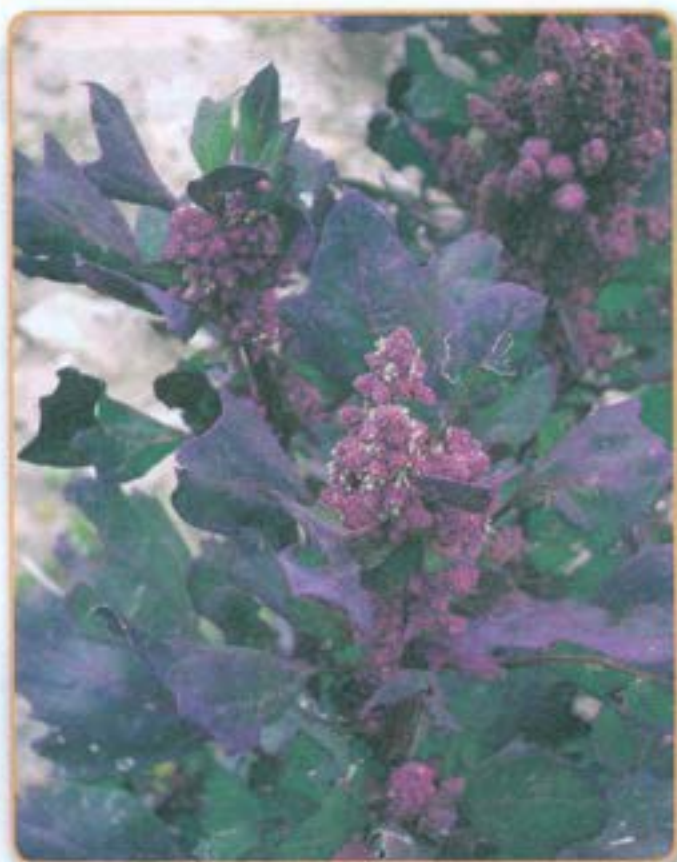
MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA CAMACHO



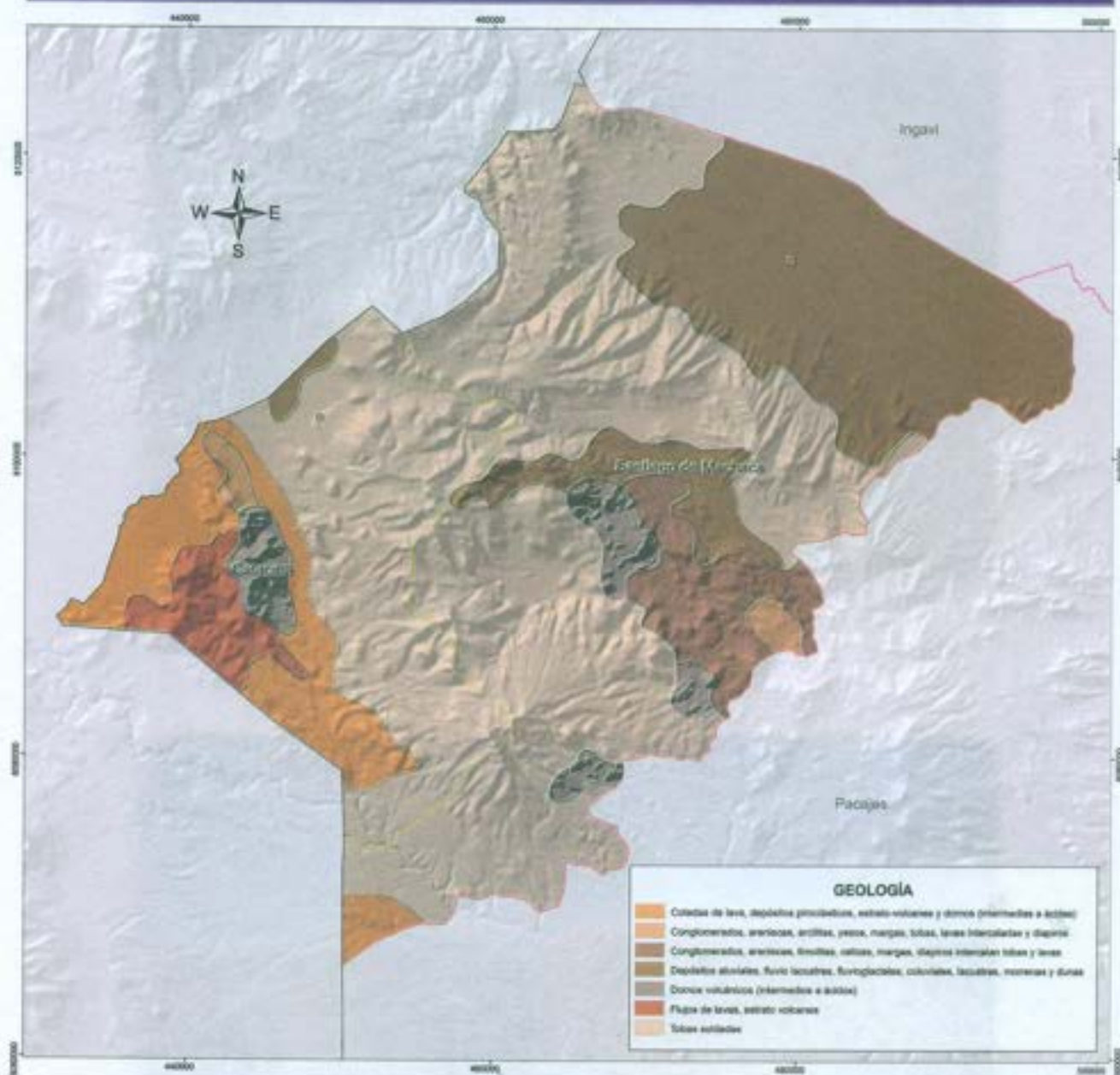


MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA INGAVI





MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA JOSÉ MANUEL PANDO



REFERENCIA	
●	Capital de Municipio
—	Límite Departamental
—	Límite Provincial
—	Límite Municipal

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FÉLIX WISMAN RIVERO P.L.S.

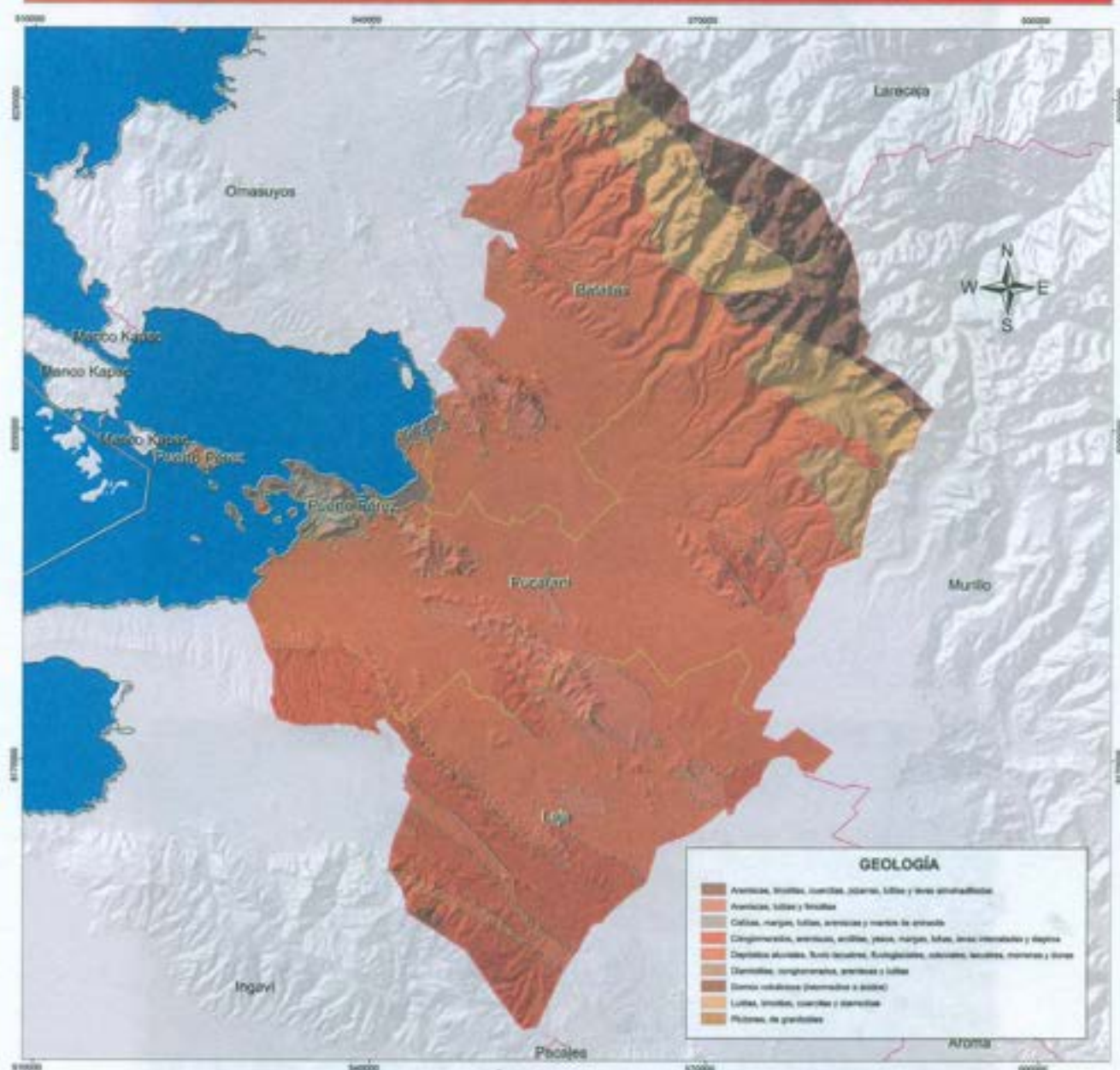


ESCALA GRÁFICA
0 10 20 30 40
PROYECCIÓN:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM)
SISTEMA DE REFERENCIA
1983 EN
UTM ZONA 18 SUR





MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA LOS ANDES



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal
- Lago

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGROPECUARIA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FÉLIX SAMAN REYNOSO P.L.O.

ESCALA GRÁFICA

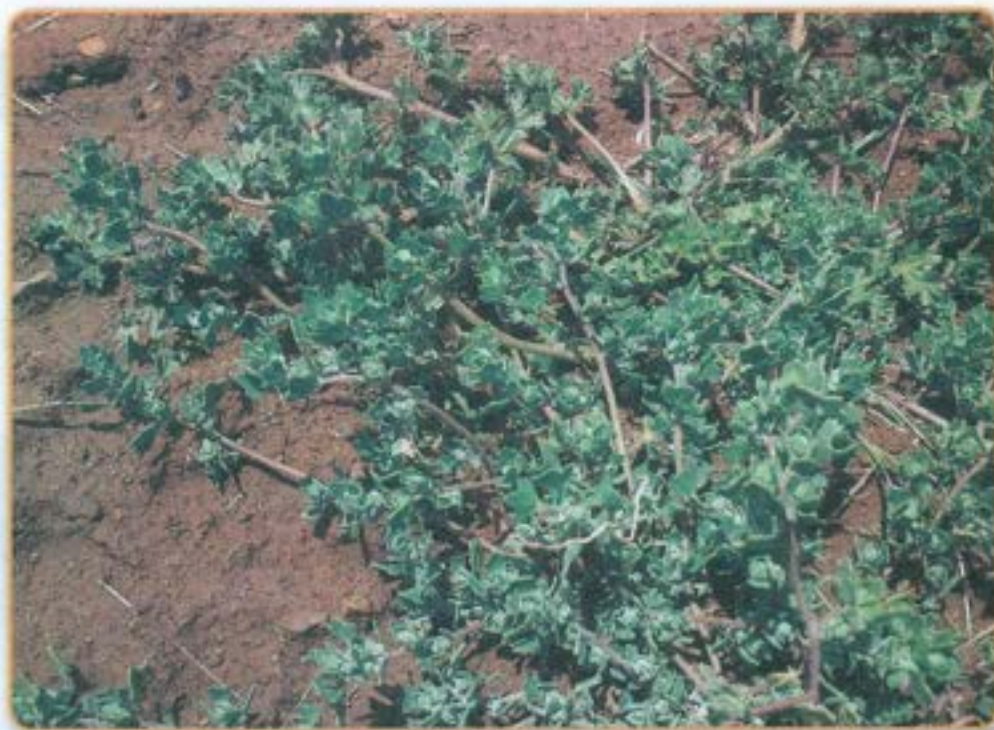
PROYECTO
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA
LÍNEA DE REFERENCIA
LÍNEA DE REFERENCIA



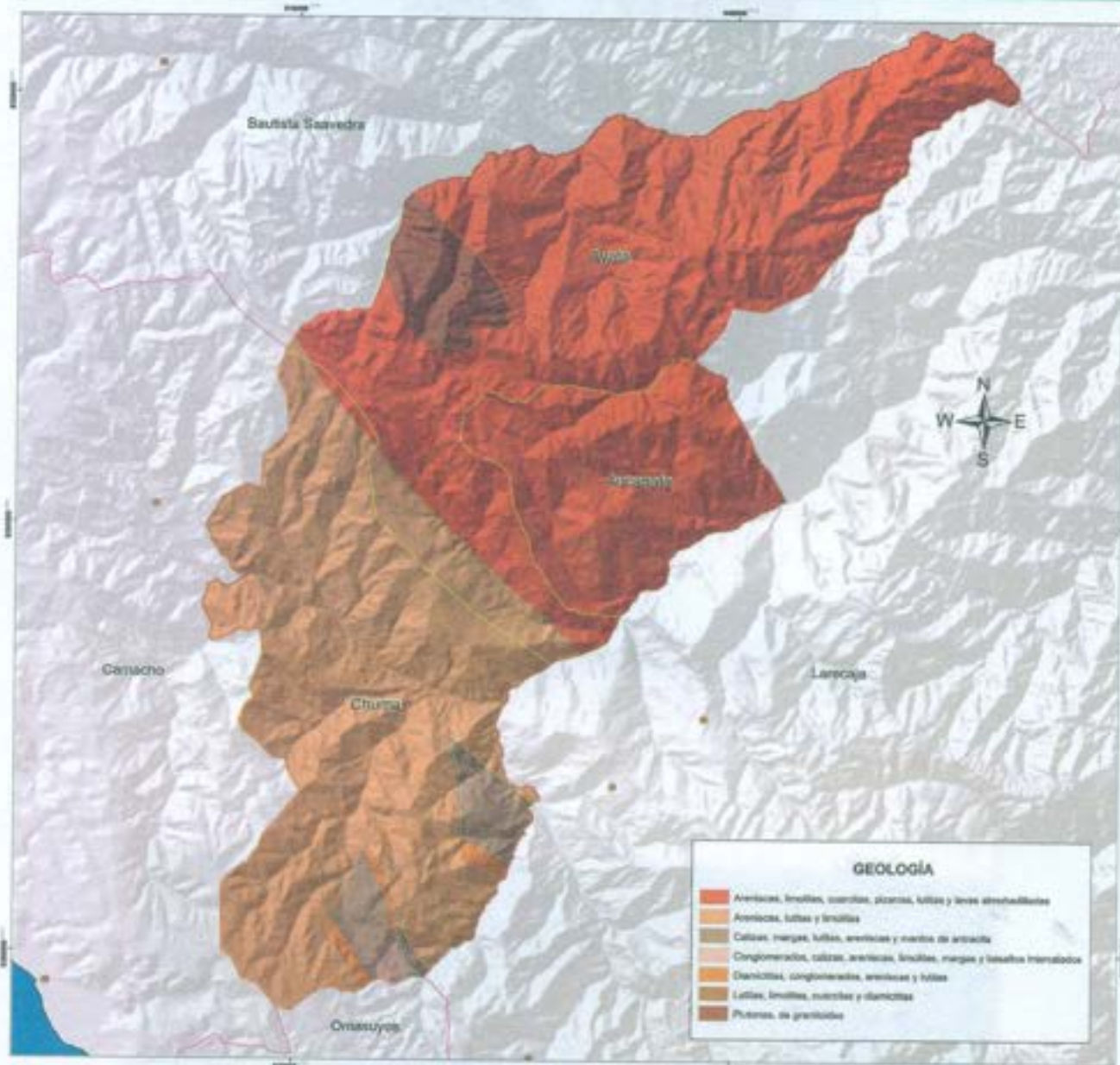


MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA MANCO KAPAC



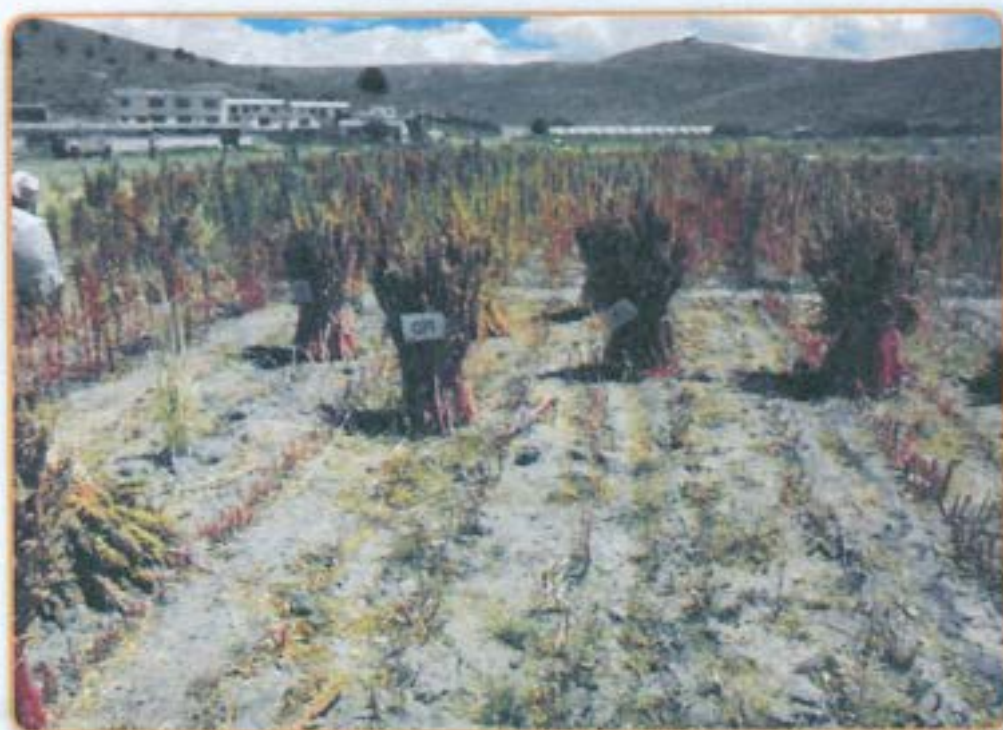
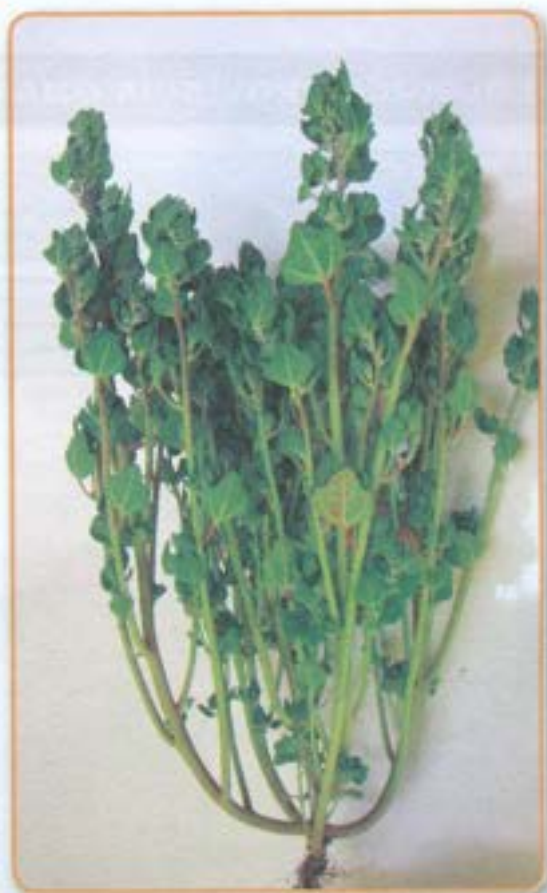


MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA MUÑECAS

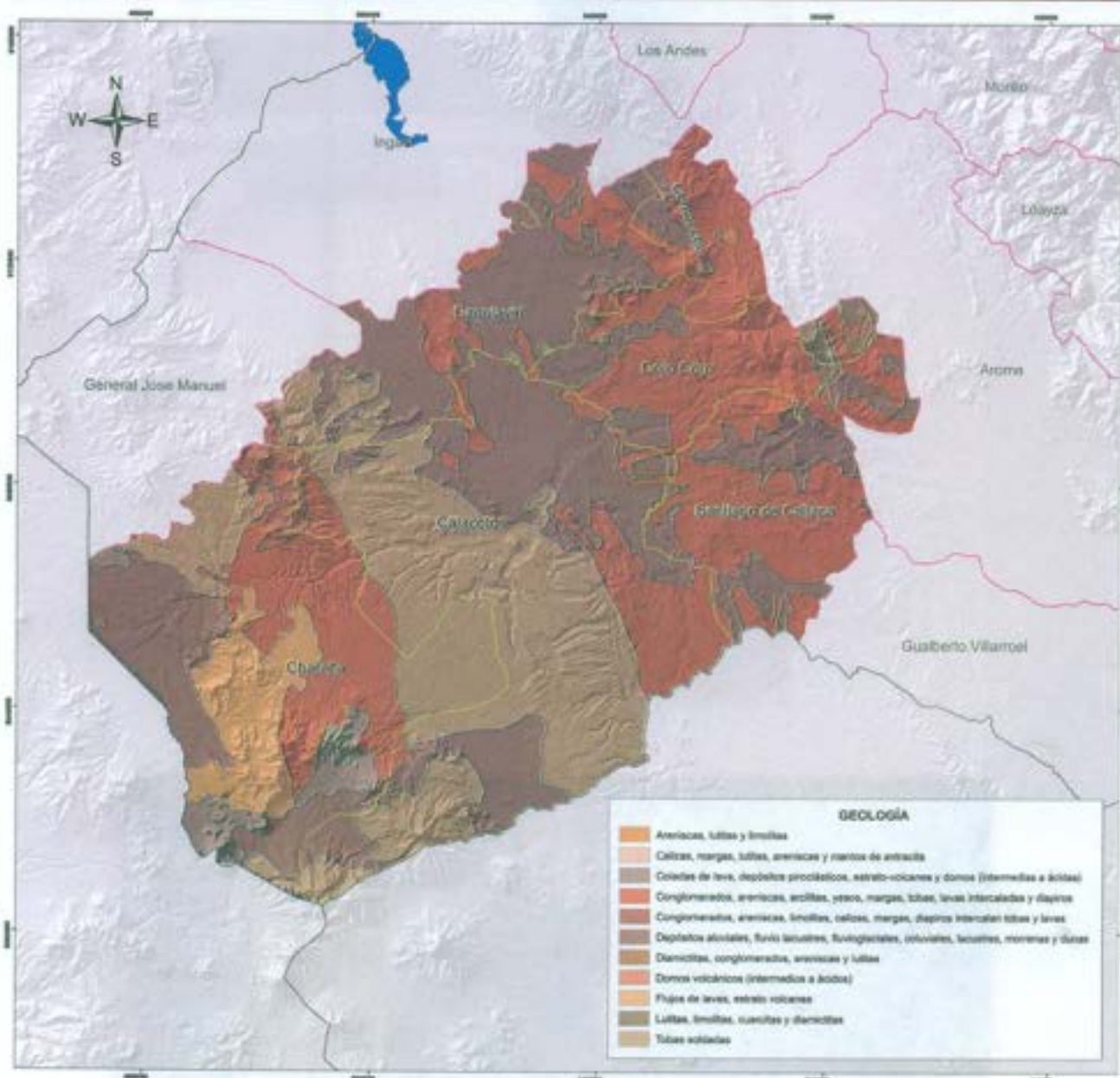






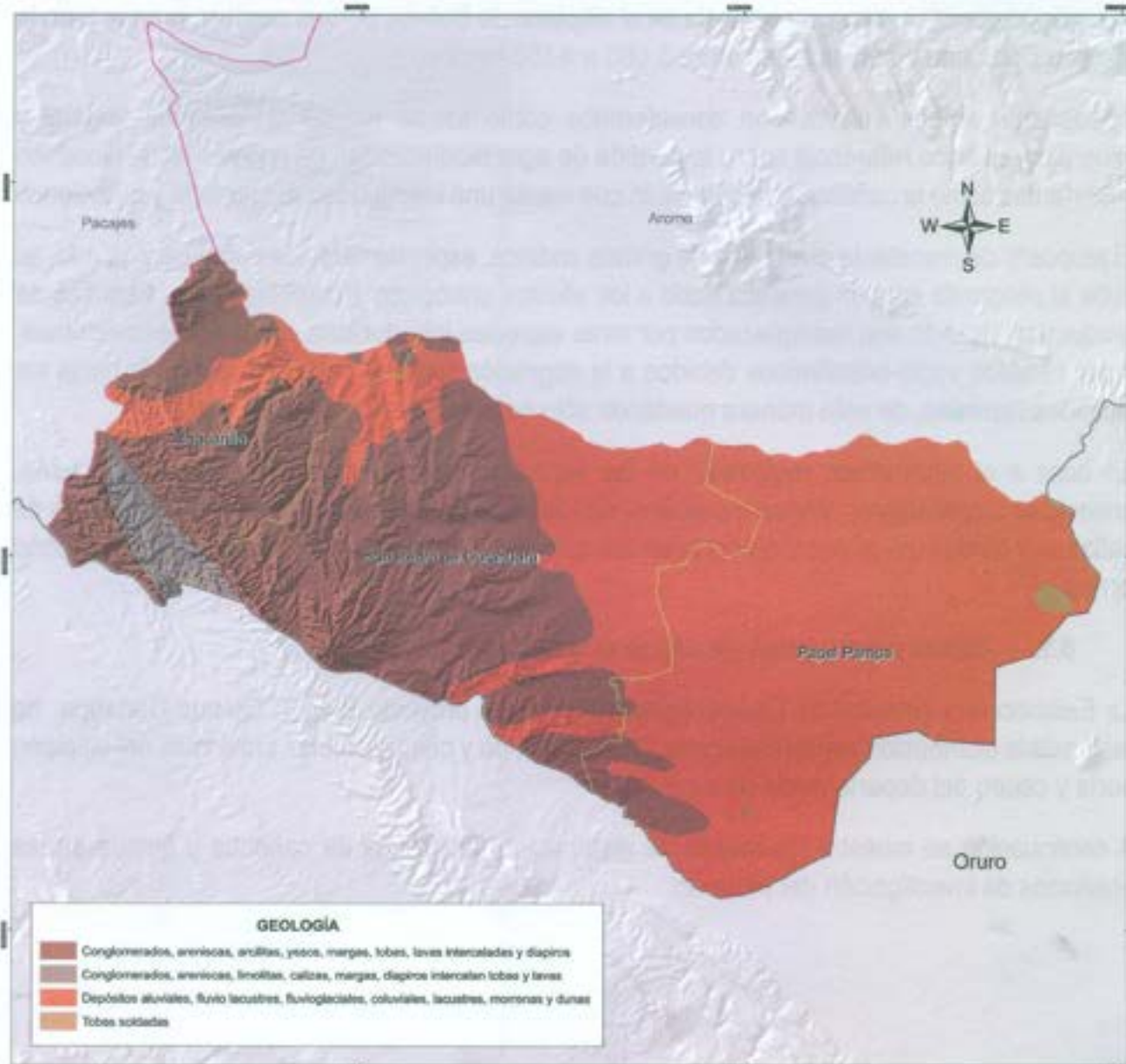


MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA PACAJES





MAPA GEOLÓGICO PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal
- Lago Titicaca

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOTOP QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FELIX MANRIQUE REYNOSO P.D.

ESCALA GRÁFICA

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

SISTEMA DE REFERENCIA

UTM ZONA 18 SUR



6. DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS DE CAÑAHUA Y QUINUA

La variabilidad genética de la quinua es muy grande, encontrándose desde el nivel del mar hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar. Así mismo la cañahua es una planta de gran variabilidad genética, tiene importancia en el altiplano de Bolivia, porque produce granos para la alimentación humana en altitudes entre 3.650 a 4.150 m.s.n.m.

Actualmente ambos cultivos son considerados como fuente natural de proteína vegetal y minerales, se hace referencia sobre la pérdida de agro biodiversidad de cultivos altiplánicos tan importantes como la cañahua y la quinua, lo que causa una inseguridad alimentaria y nutricional.

El propósito de rescatar la diversidad de granos andinos, especialmente de cañahua y quinua, se debe al peligro de erosión genética dado a los efectos antrópicos y cambios en los sistemas de producción, cuando son reemplazados por otras especies introducidas en los agroecosistemas, o por cambios socio-económicos debidos a la migración rural de personas jóvenes hacia las ciudades capitales, de esta manera quedando sólo habitantes de la tercera edad.

En base a la información registrada en las expediciones de recolección de germoplasma, entrevistas a productores, visitas a parcelas, se identificó gran cantidad de zonas con cultivos de cañahua y quinua, en el altiplano norte en zonas circundantes al Lago Titicaca y en el altiplano centro.

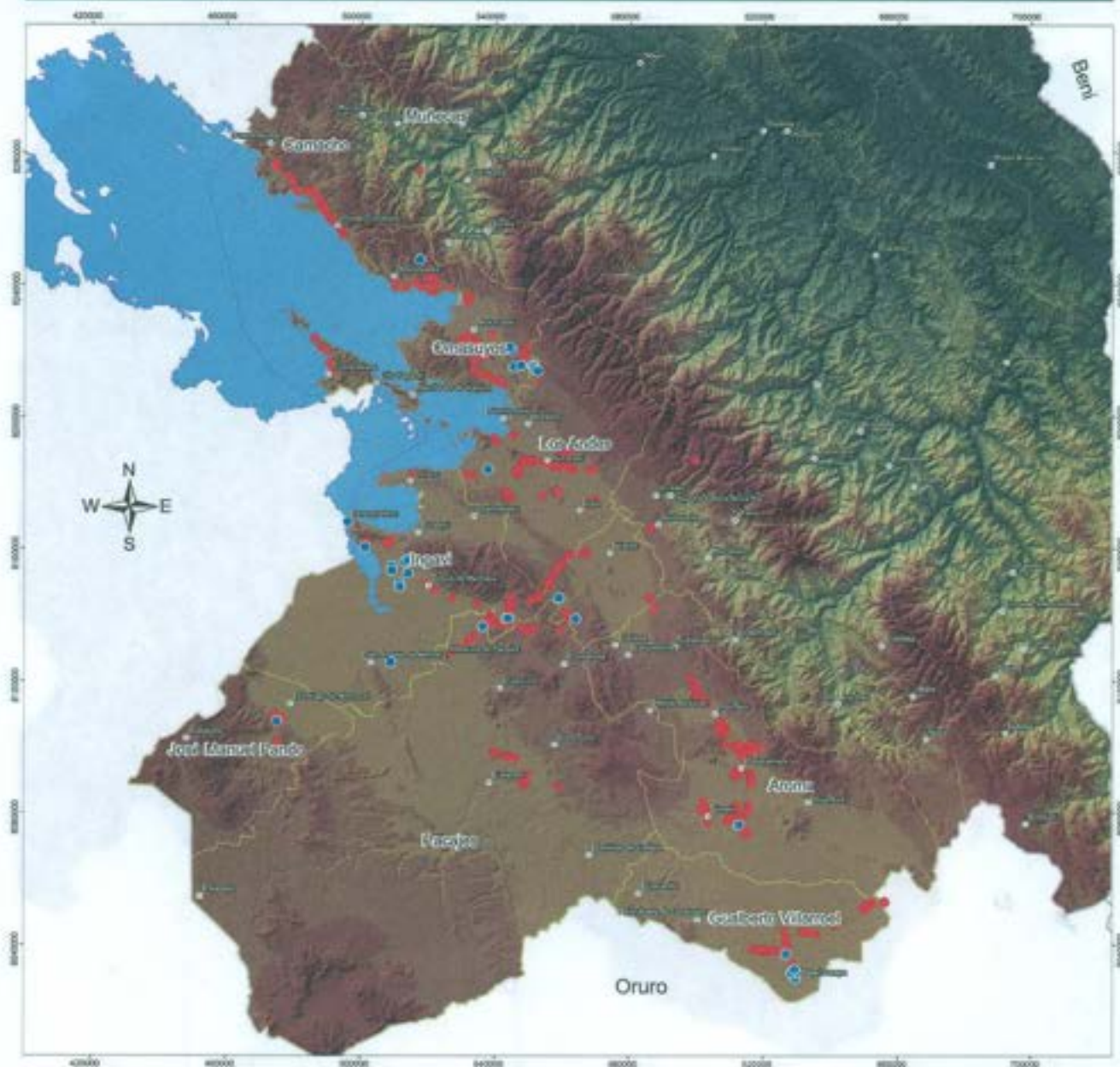
6.1. Zonas productoras de cañahua y quinua

La Estación experimental de Choquenaira a través del proyecto Biogen Quinua-Cañahua, ha realizado la distribución espacial de colectas de cañahua y quinua en diez provincias del altiplano norte y centro del departamento de La Paz.

A continuación se muestra los mapas de distribución geográfica de cañahua y quinua en las provincias de investigación del proyecto.

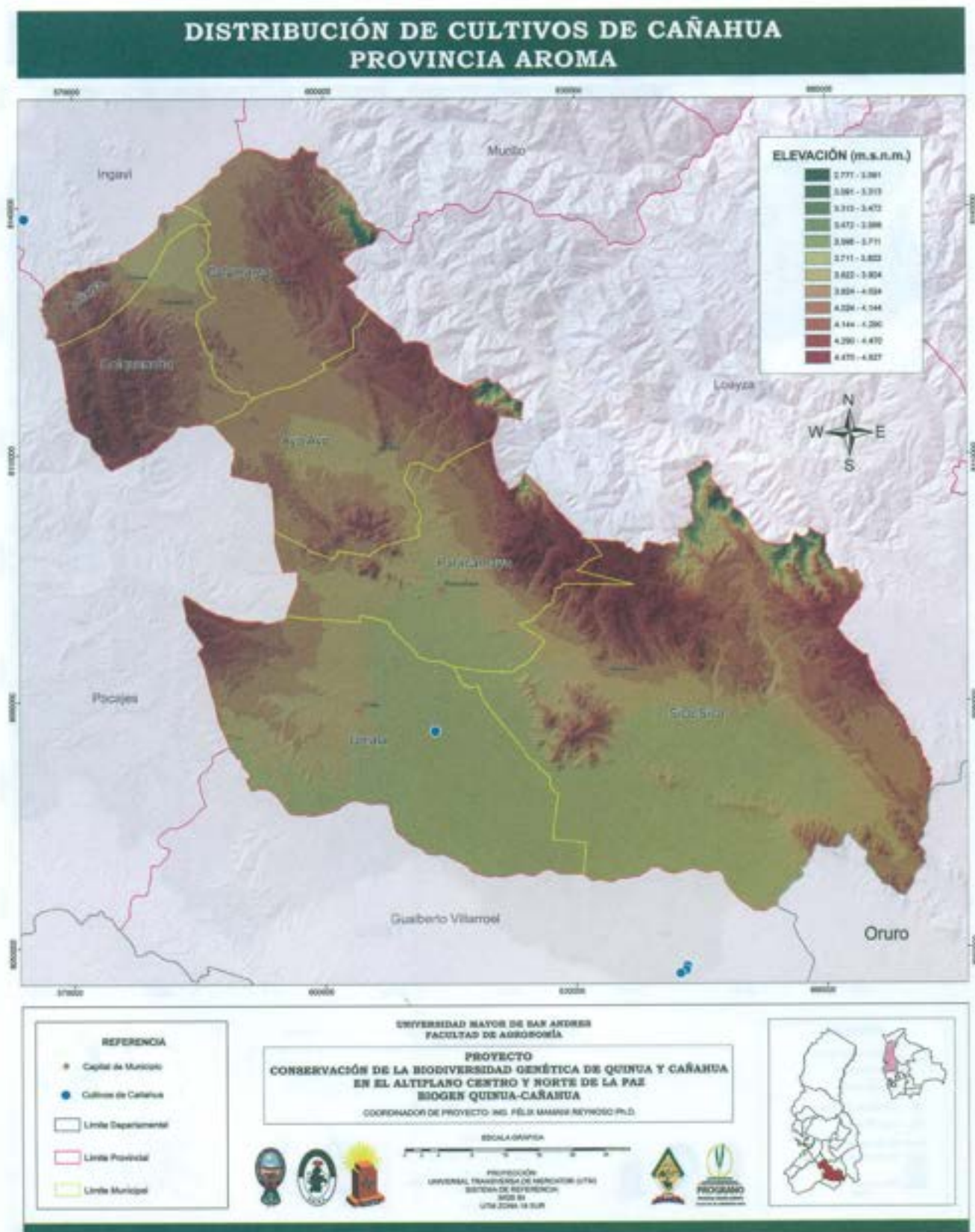


DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS DE QUINUA Y CAÑAHUA

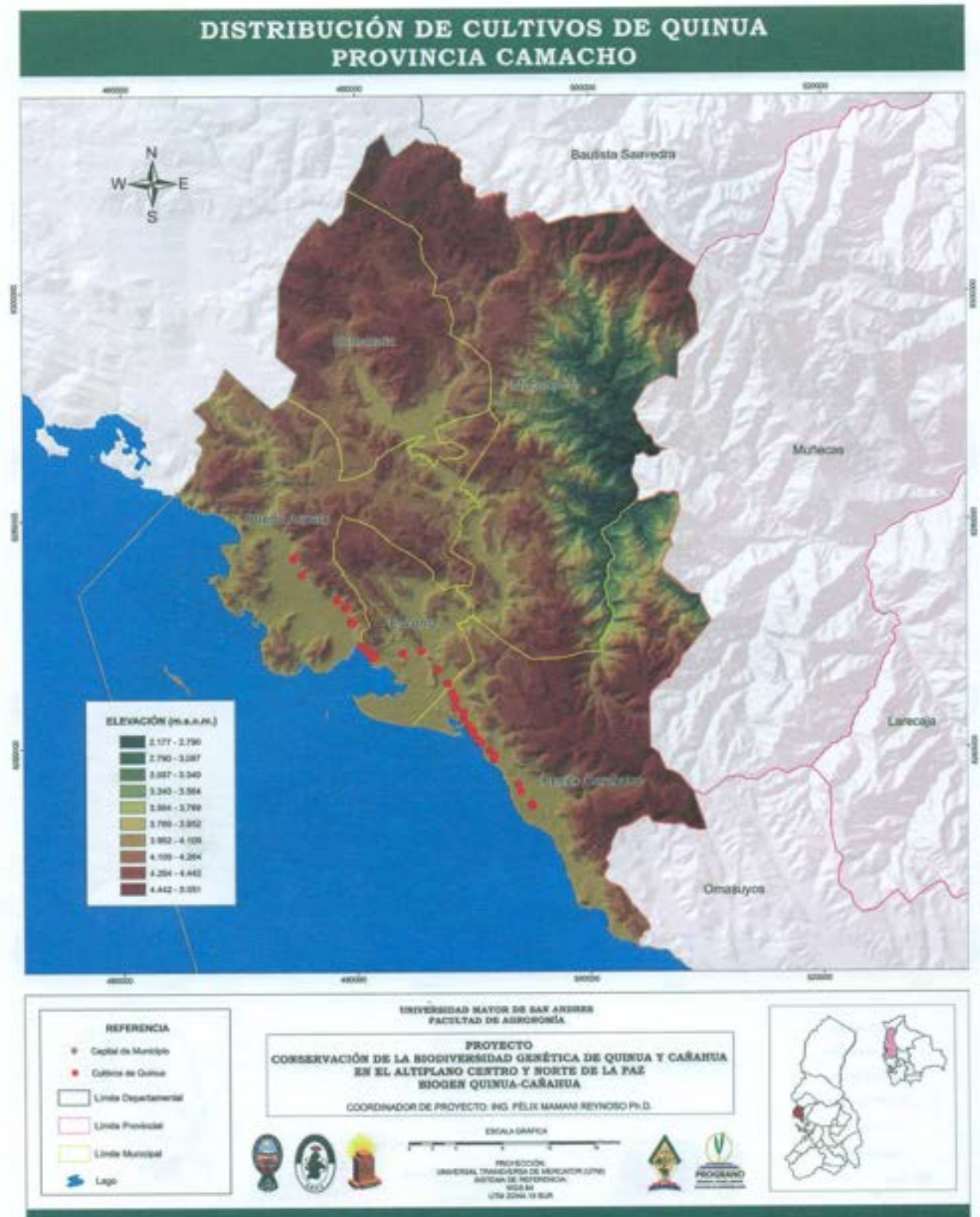




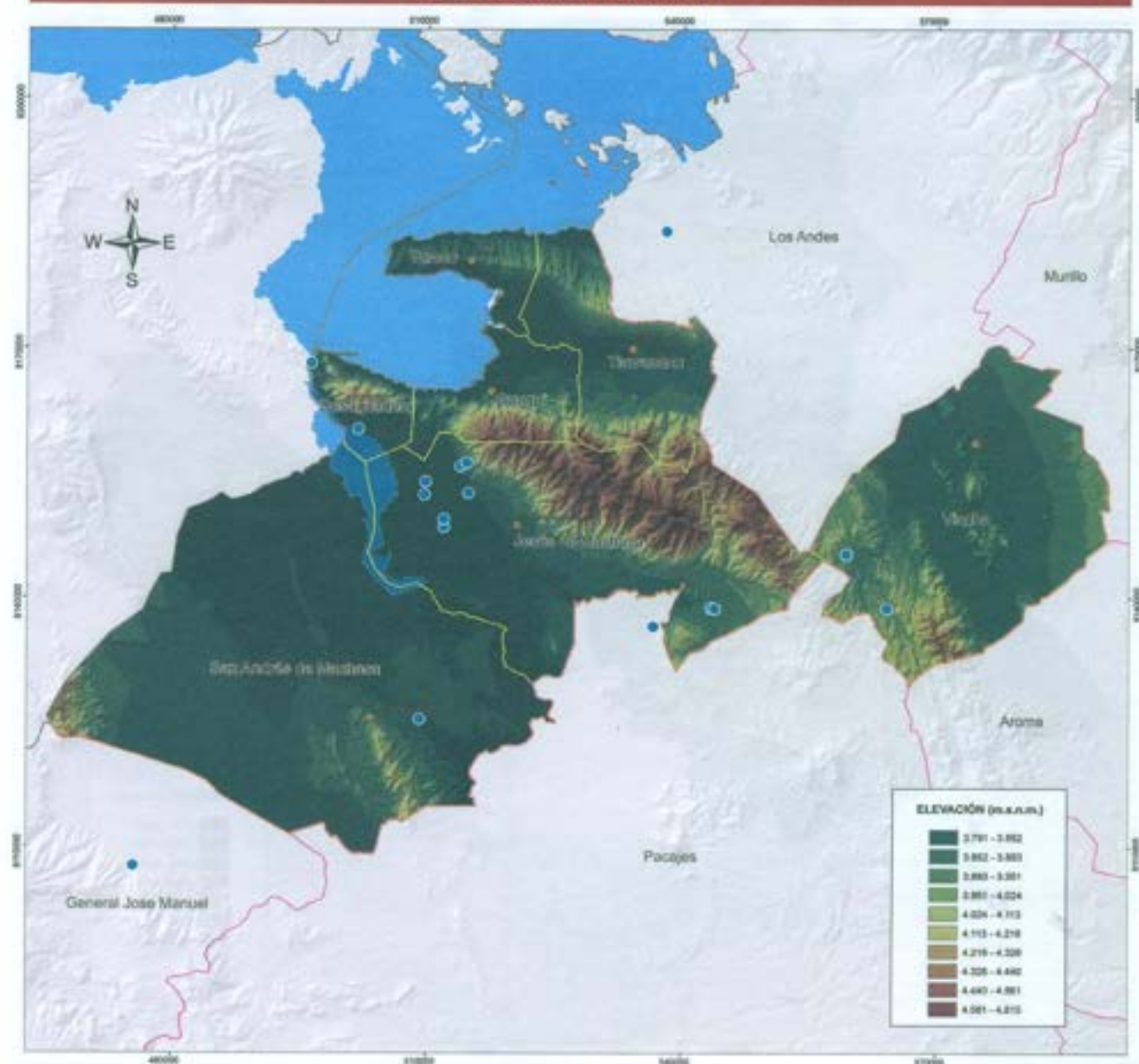








DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS DE CAÑAHUA PROVINCIA INGAVI



REFERENCIA

- ★ Capital de Municipio
- Cultivos de Cañahua
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal
- Lago

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

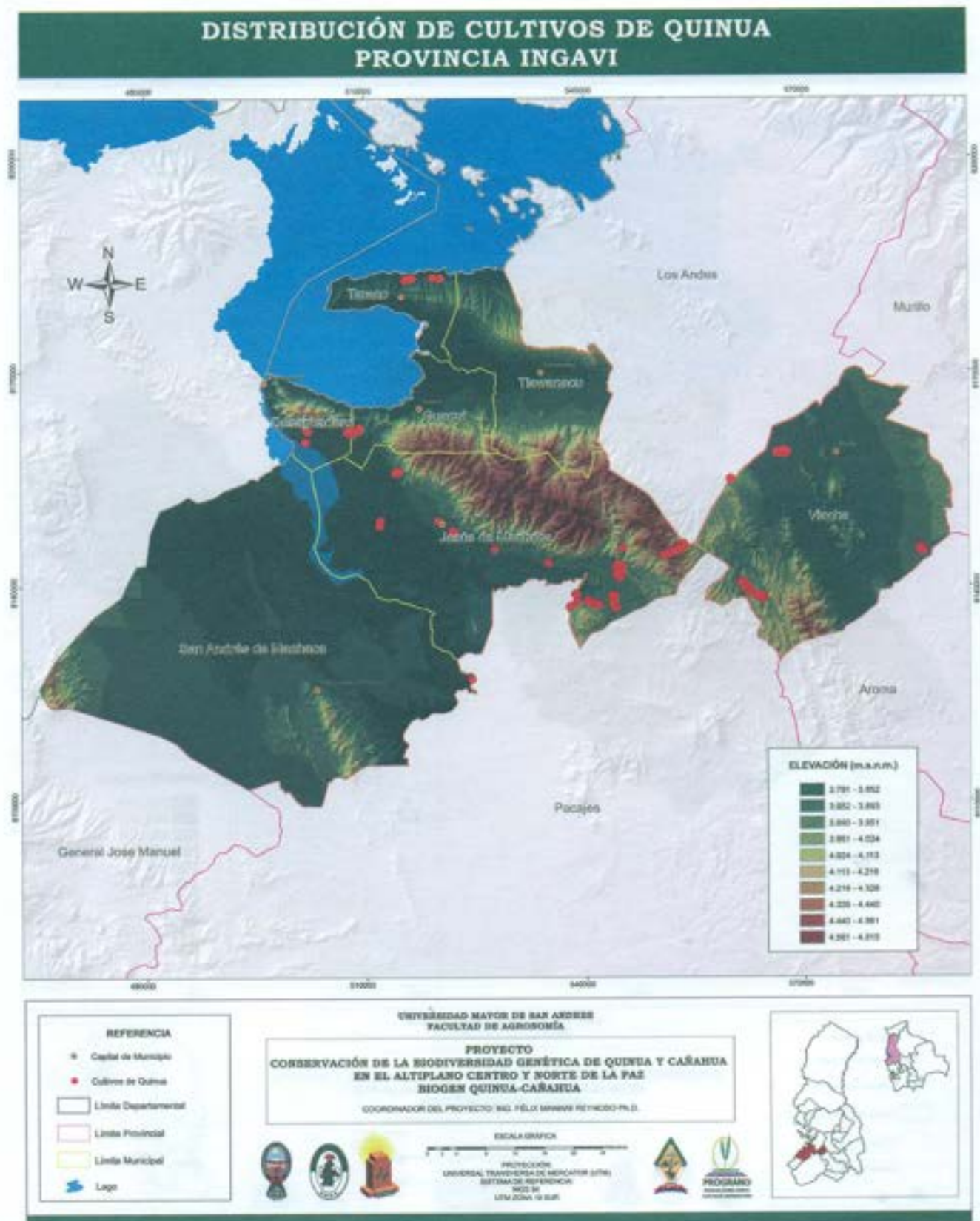
**PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOTEN QUINUA-CAÑAHUA**

COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. FELIX ANAHU REYNOSO P.L.C.

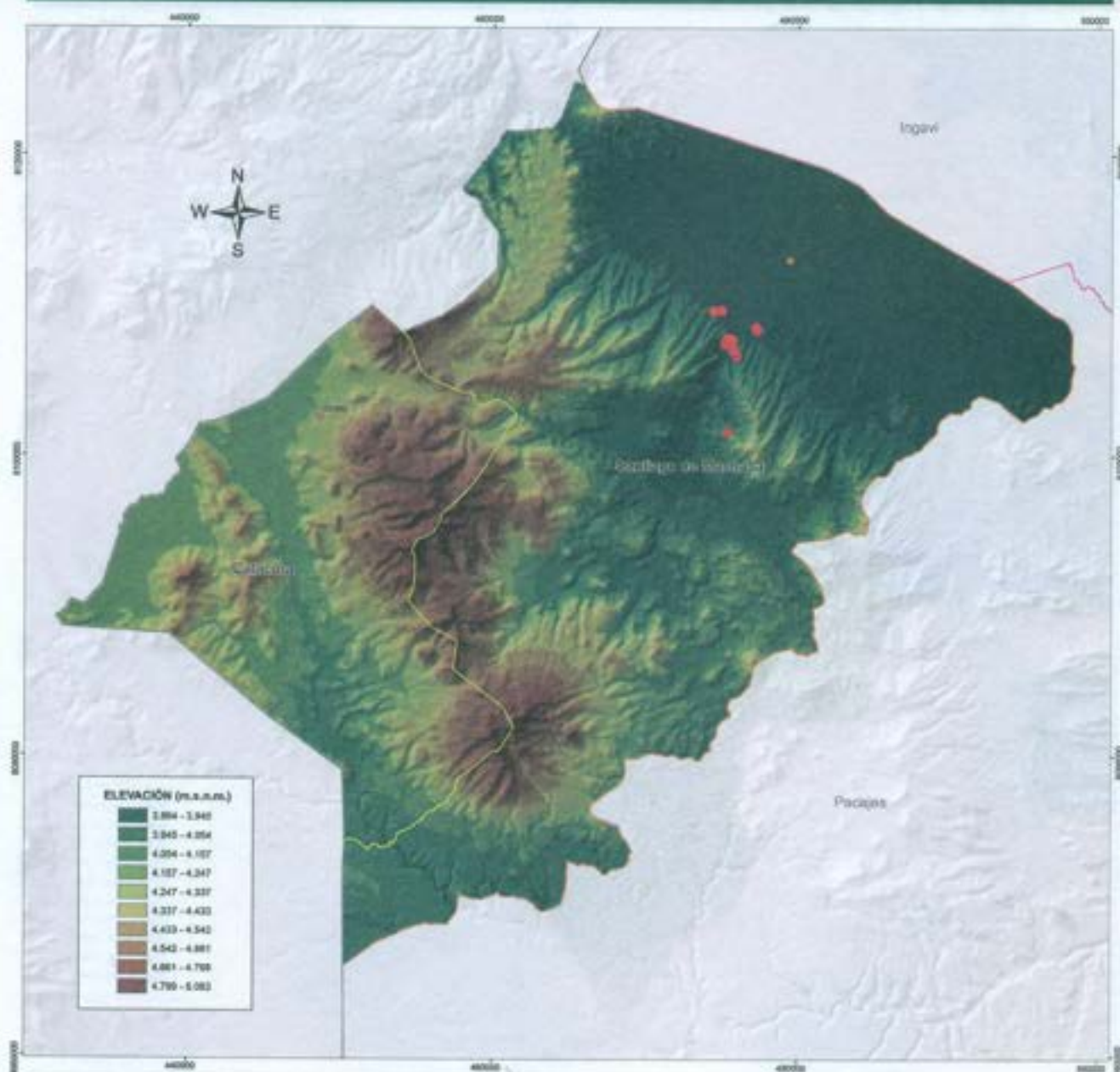


ESCALA GRÁFICA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE MERCADO Y TIPO
SISTEMA DE REFERENCIA
UTM ZONA 18 SUR

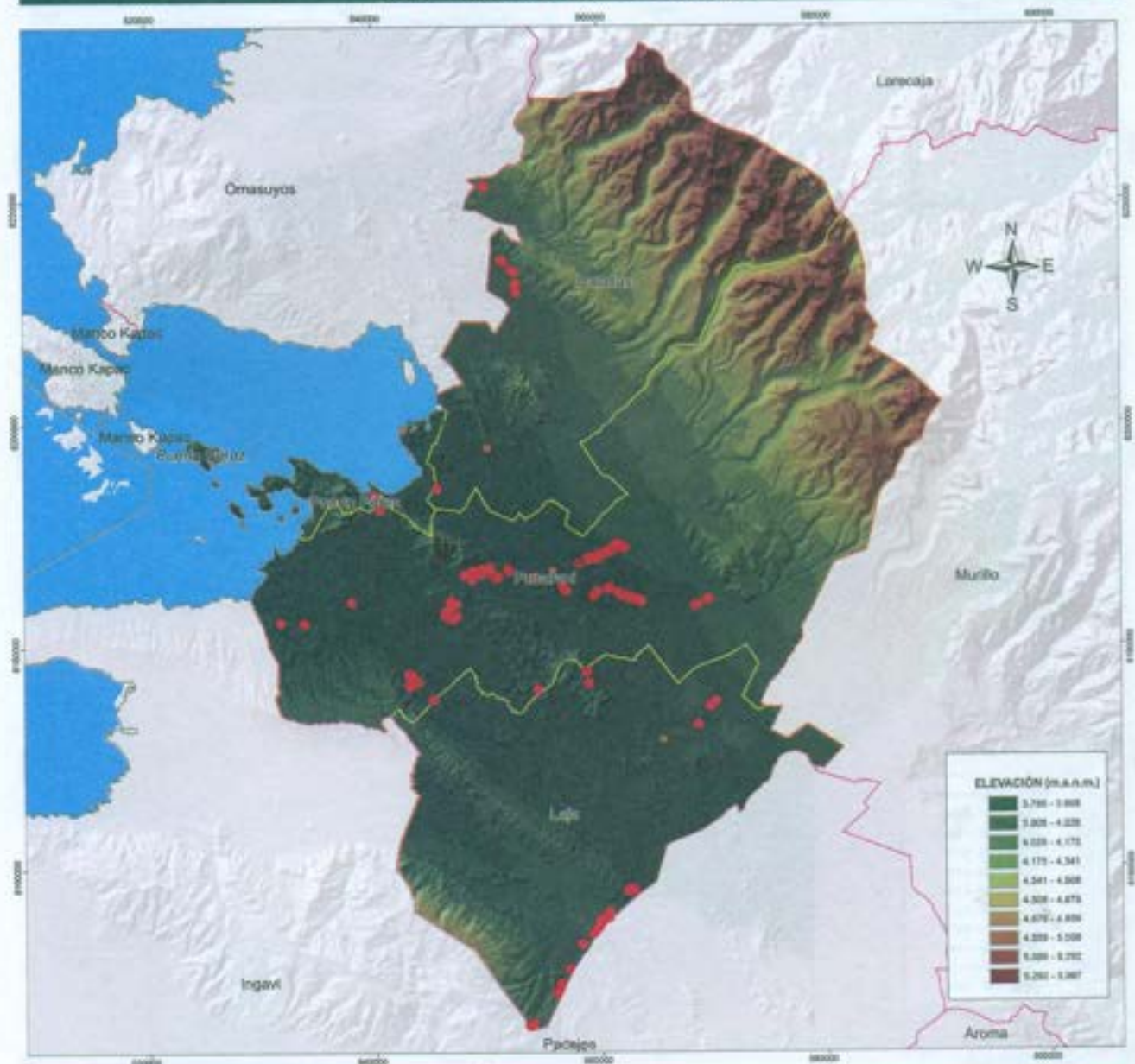




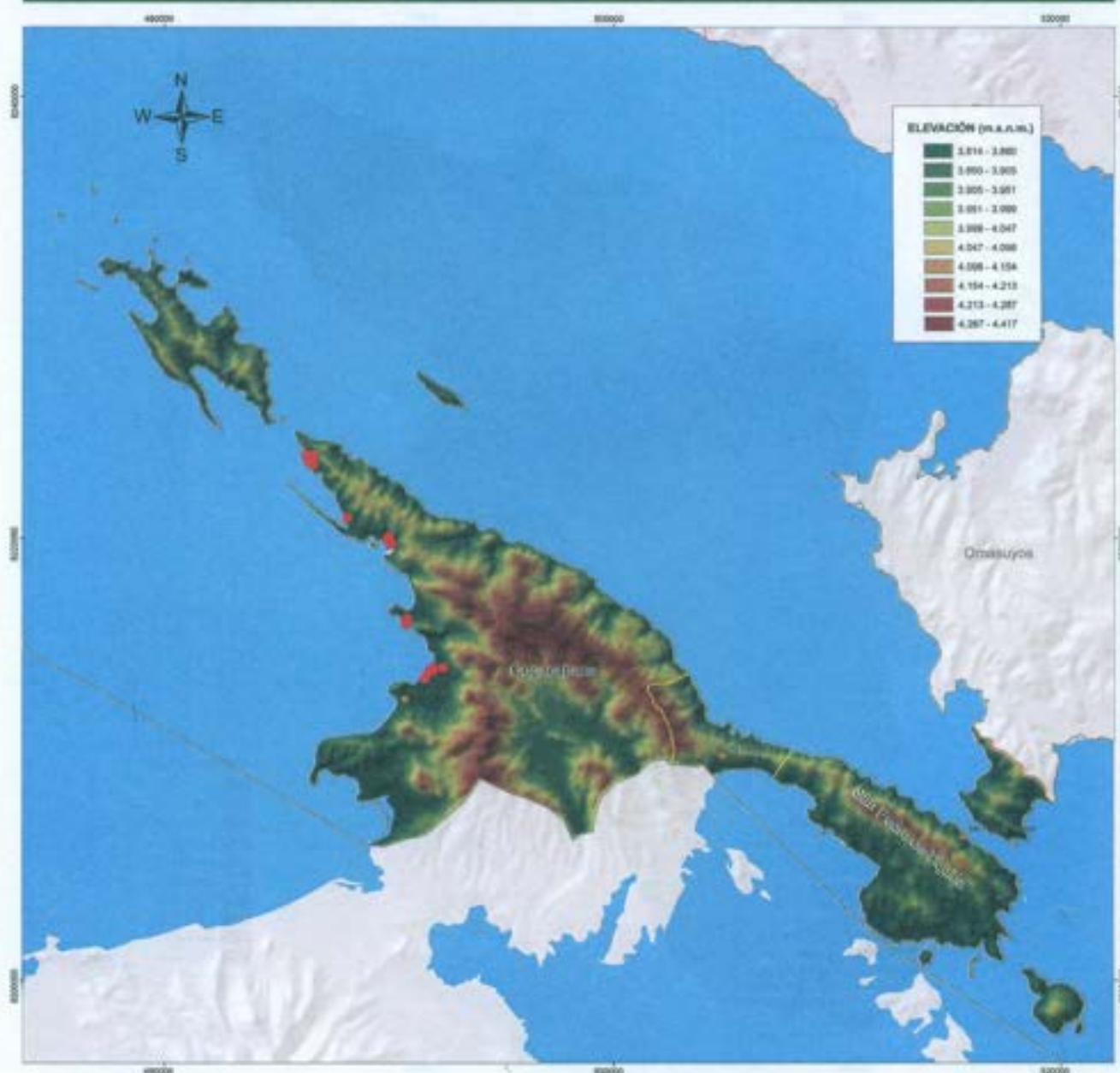
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS DE QUINUA PROVINCIA JOSÉ MANUEL PANDO



MAPA DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS DE QUINUA PROVINCIA LOS ANDES



DISTRIBUCIÓN DE QUINUA PROVINCIA MANCO KAPAC



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

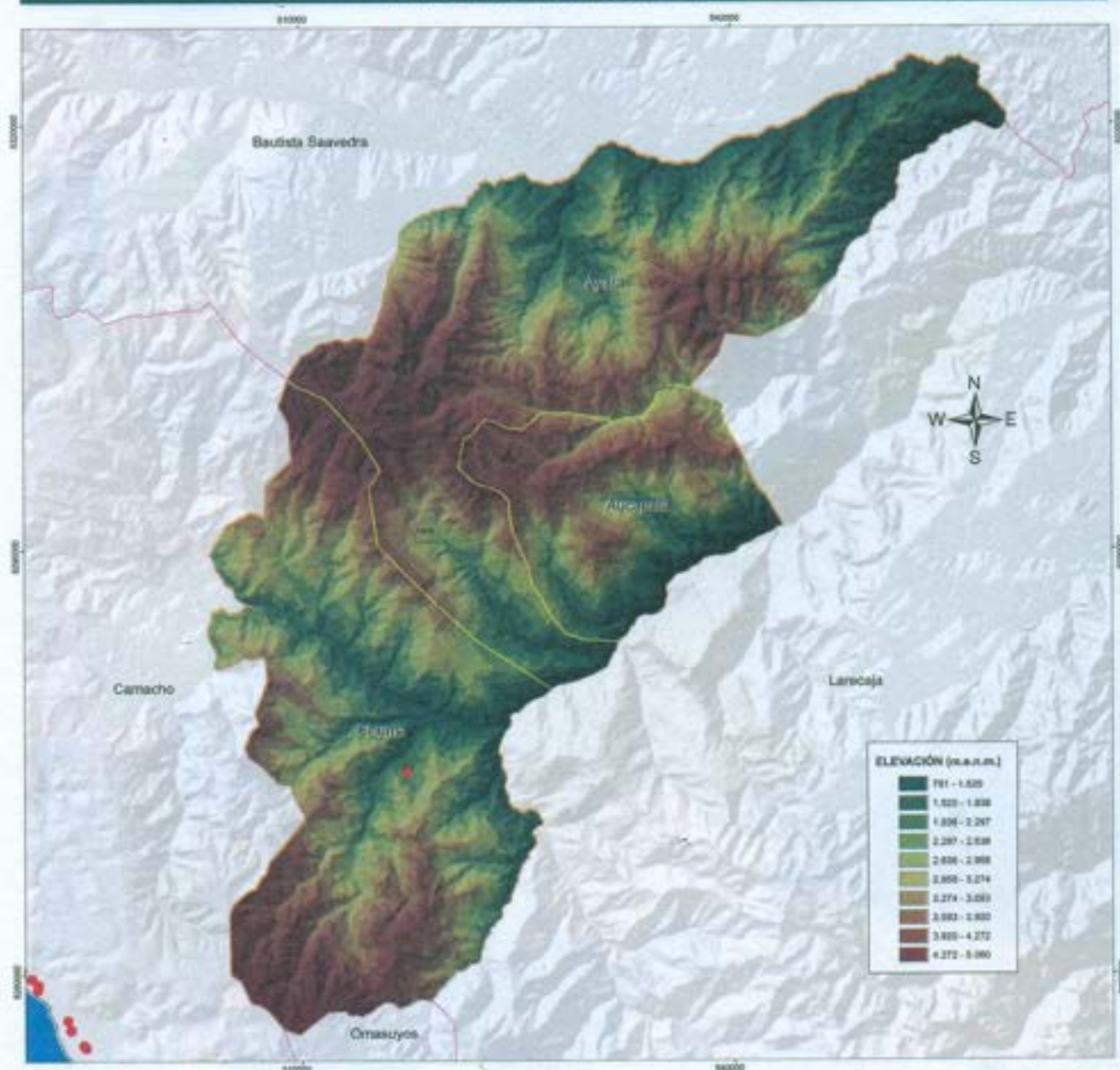
COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. FELIX MANAN REYNOSO P.D.



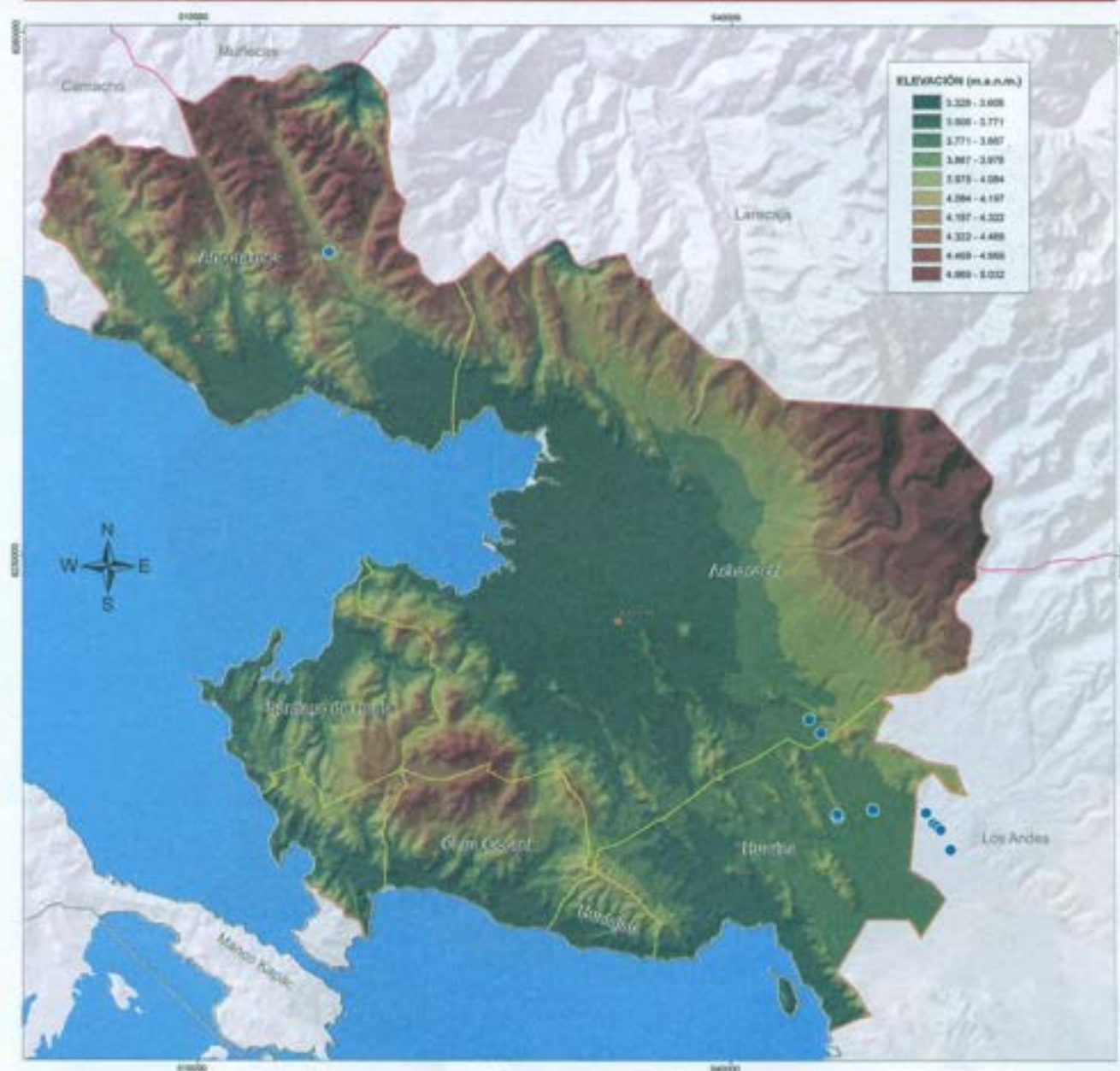
ESCALA GRÁFICA
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM)
SISTEMA DE REFERENCIA: WGS 84
ETM: ZONA 18 SUR



DISTRIBUCIÓN DE CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA MUÑECAS



DISTRIBUCIÓN DE CAÑAHUA PROVINCIA OMASUYOS



- REFERENCIA**
- Capital de Municipio
 - Oficina de Cañahua
 - Límite Departamental
 - Límite Provincial
 - Límite Municipal
 - Lago

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BOGOS QUINUA-CAÑAHUA

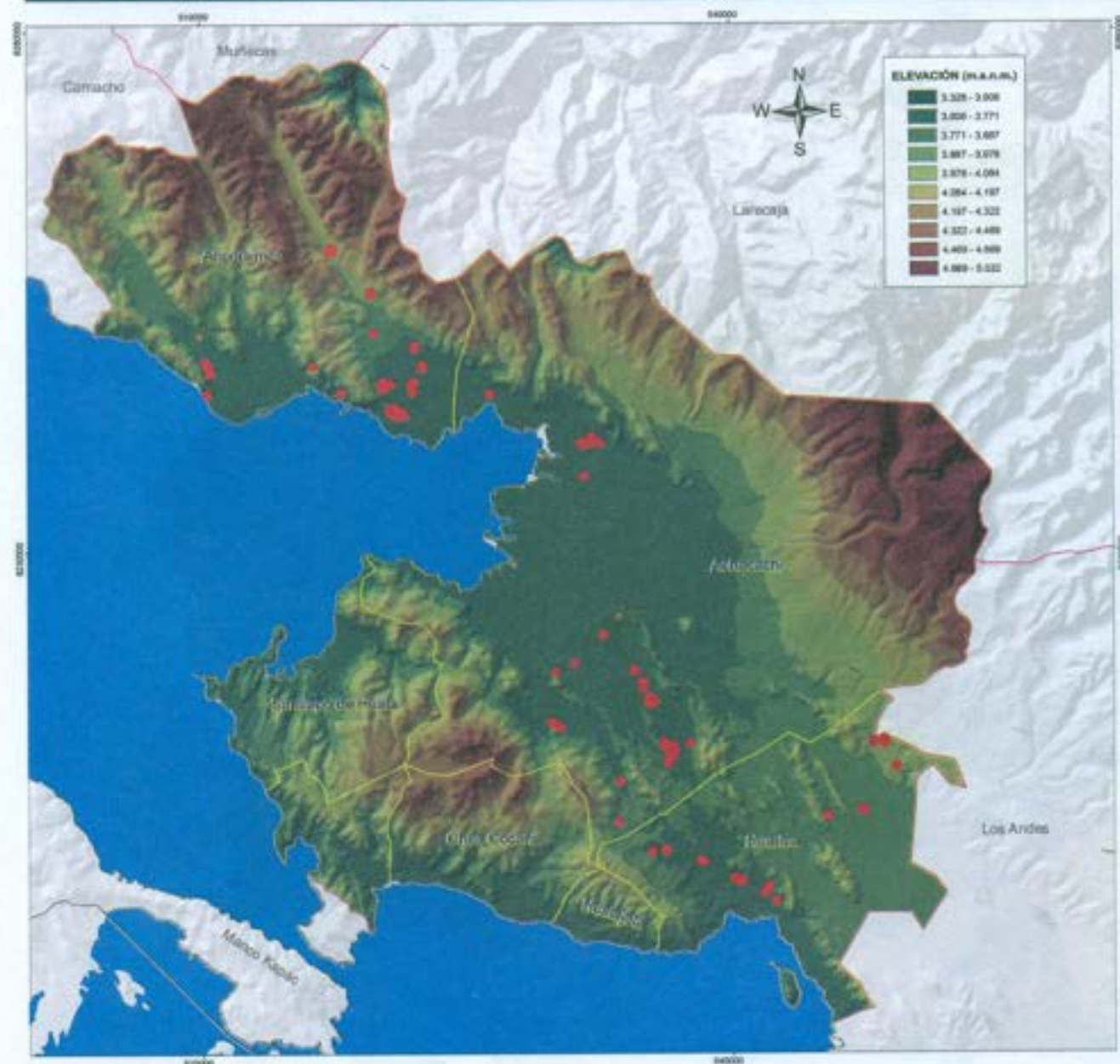
COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. FELIX SHAMANI REYNOSO P.D.



ESCALA GRÁFICA
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
PROYECCIÓN
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERIDIANOS LITOS
SISTEMA DE REFERENCIA
WGS 84
UTM ZONA 18 SUR



DISTRIBUCIÓN DE QUINUA PROVINCIA OMASUYOS



REFERENCIA	
	Capital de Municipio
	Cultivos de Quinoa
	Limite Departamental
	Limite Provincial
	Limite Municipal
	Lago

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGROPECUARIA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. FELIX SAMAN REYNOSO P.D.

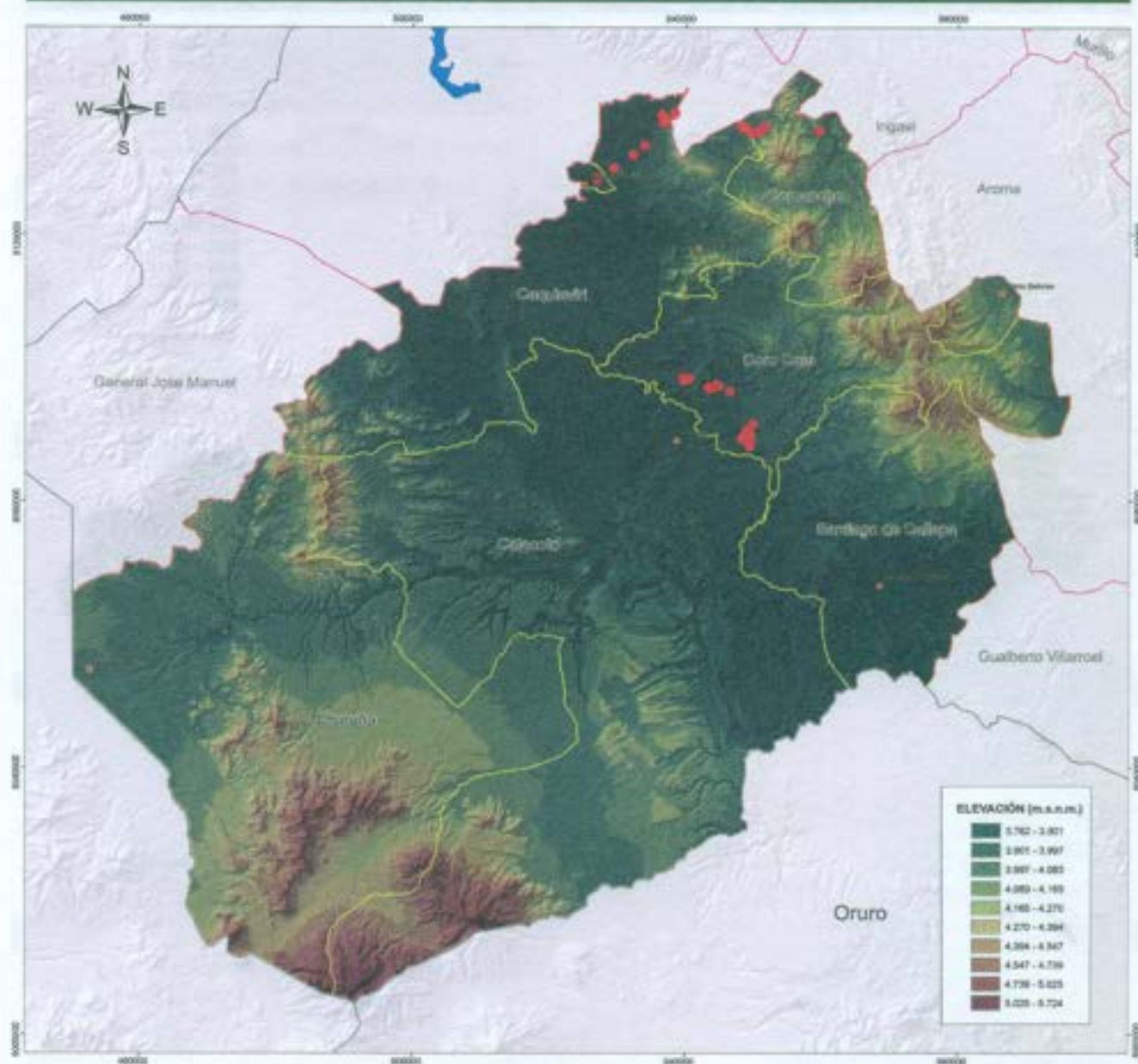


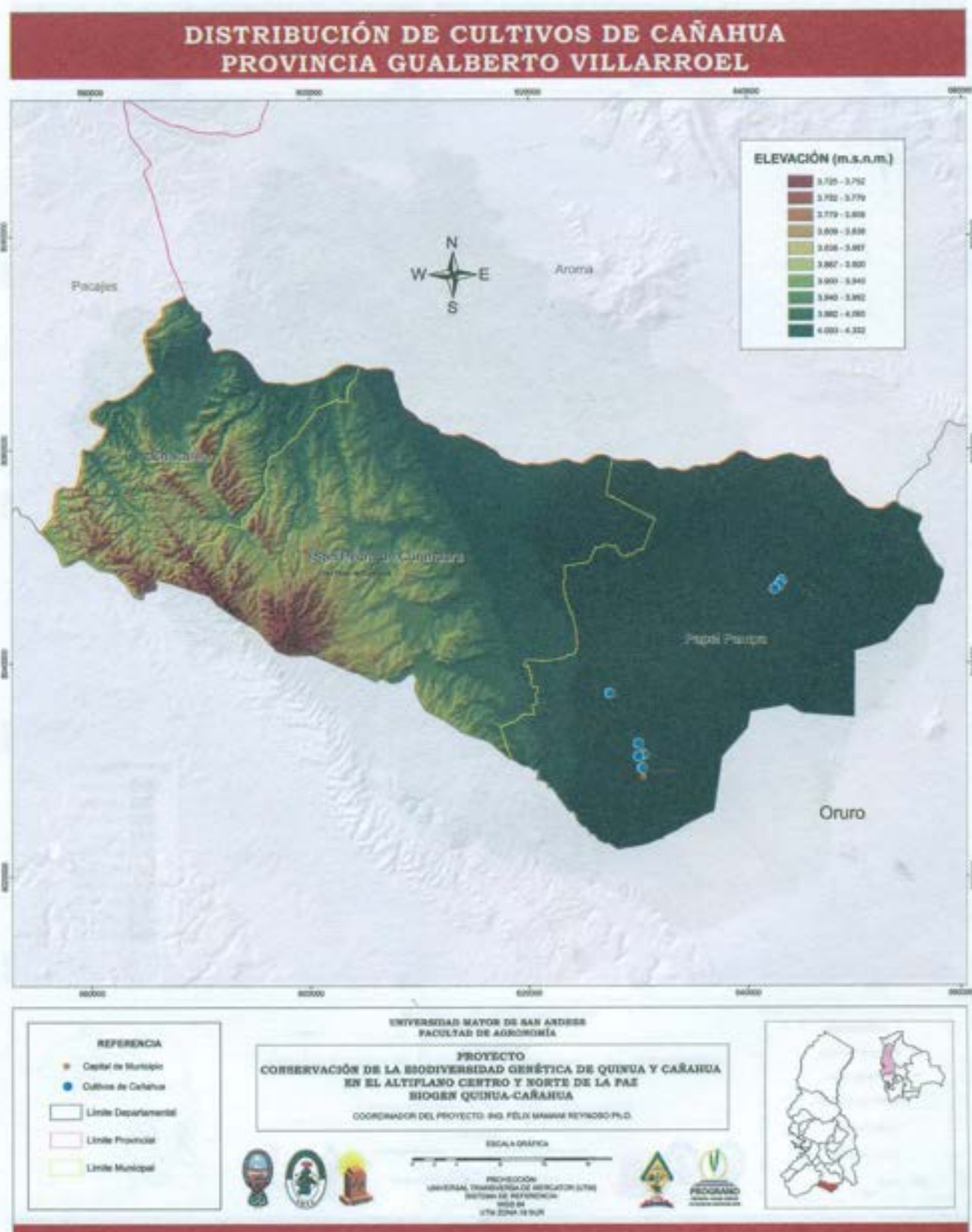
ESCALA GRÁFICA

PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERKATOR (UTM)
SISTEMA DE REFERENCIA: WGS 84
UTM ZONA 18 SUR

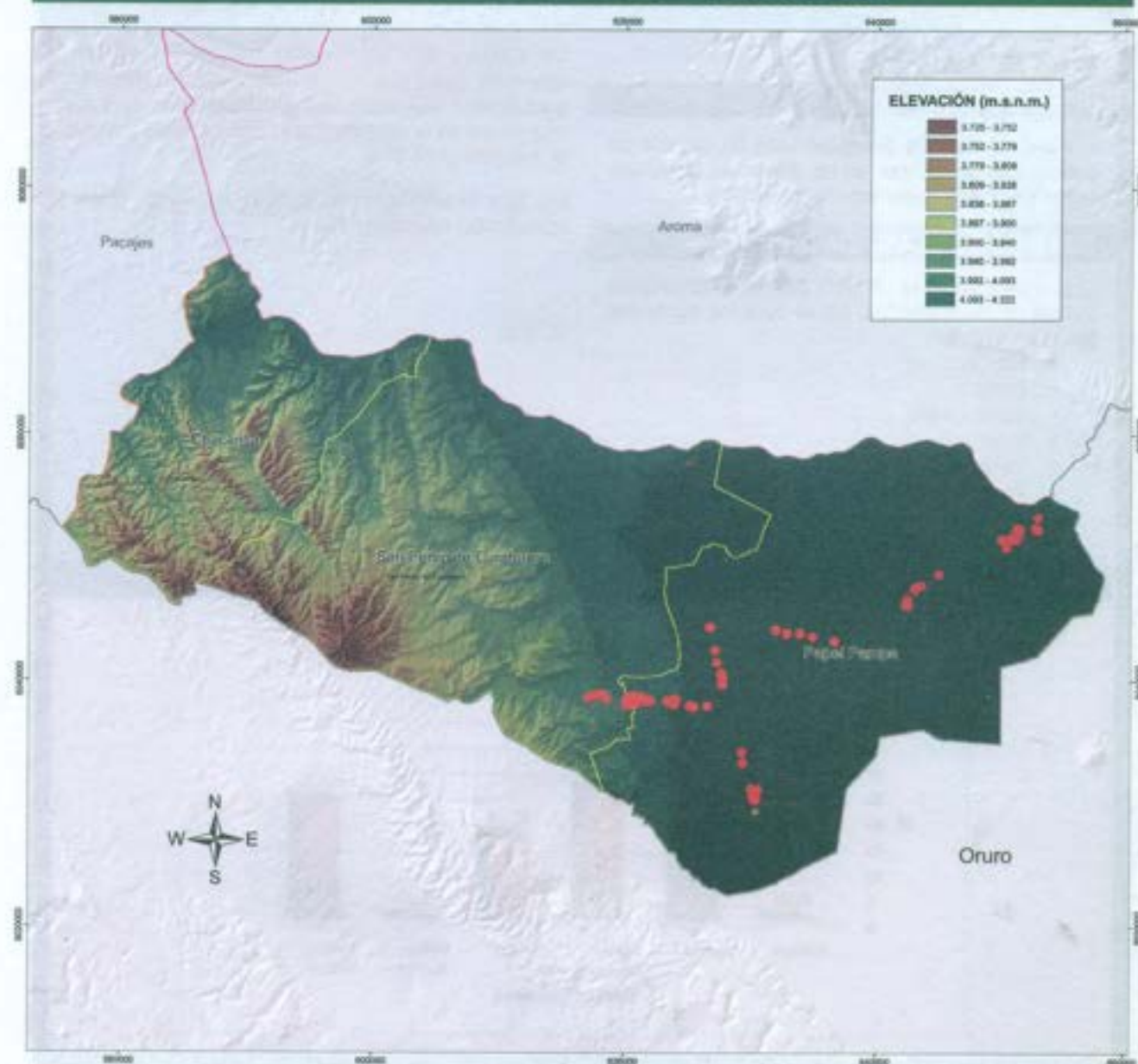


DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS DE QUINUA PROVINCIA PACAJES

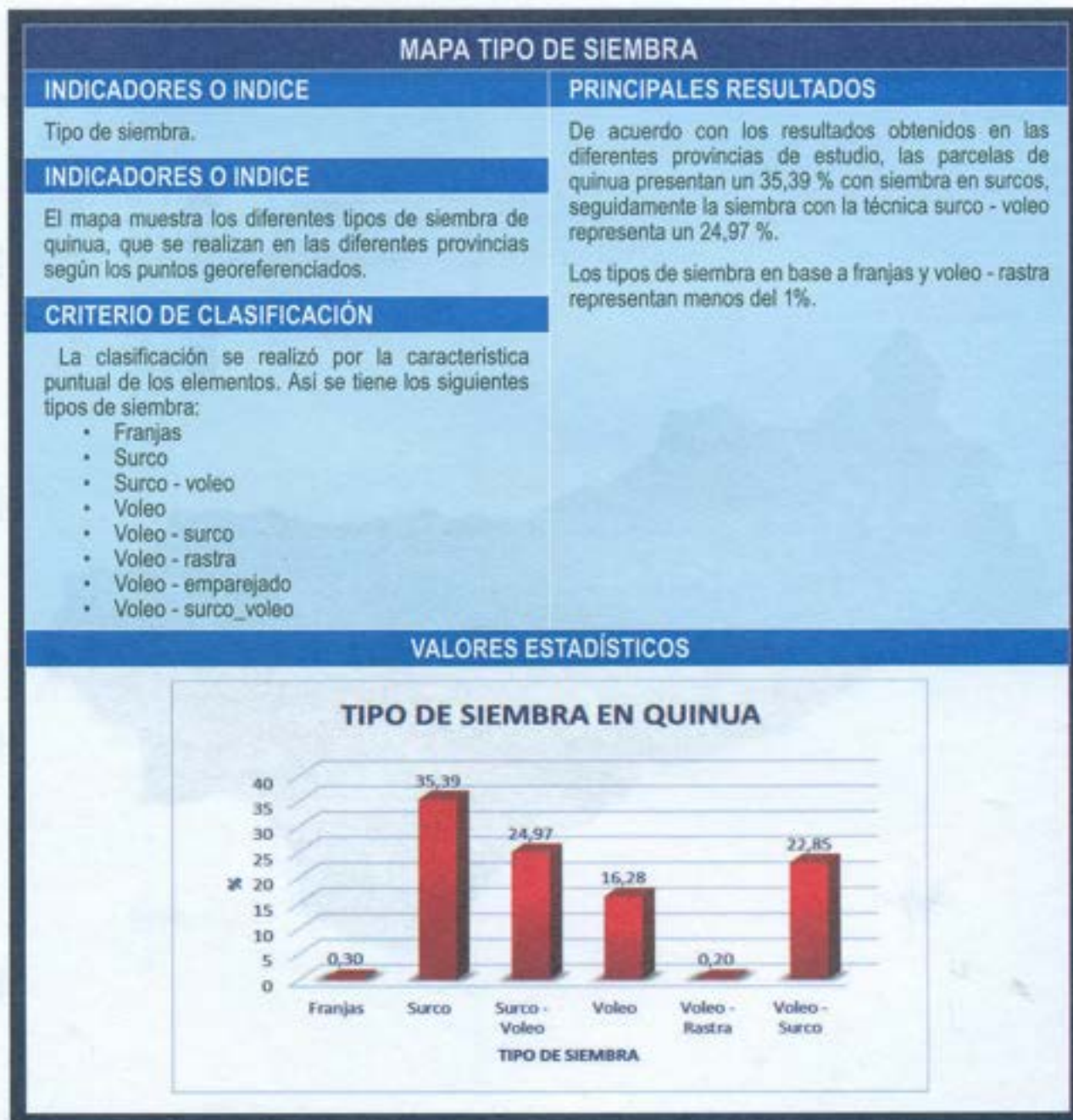




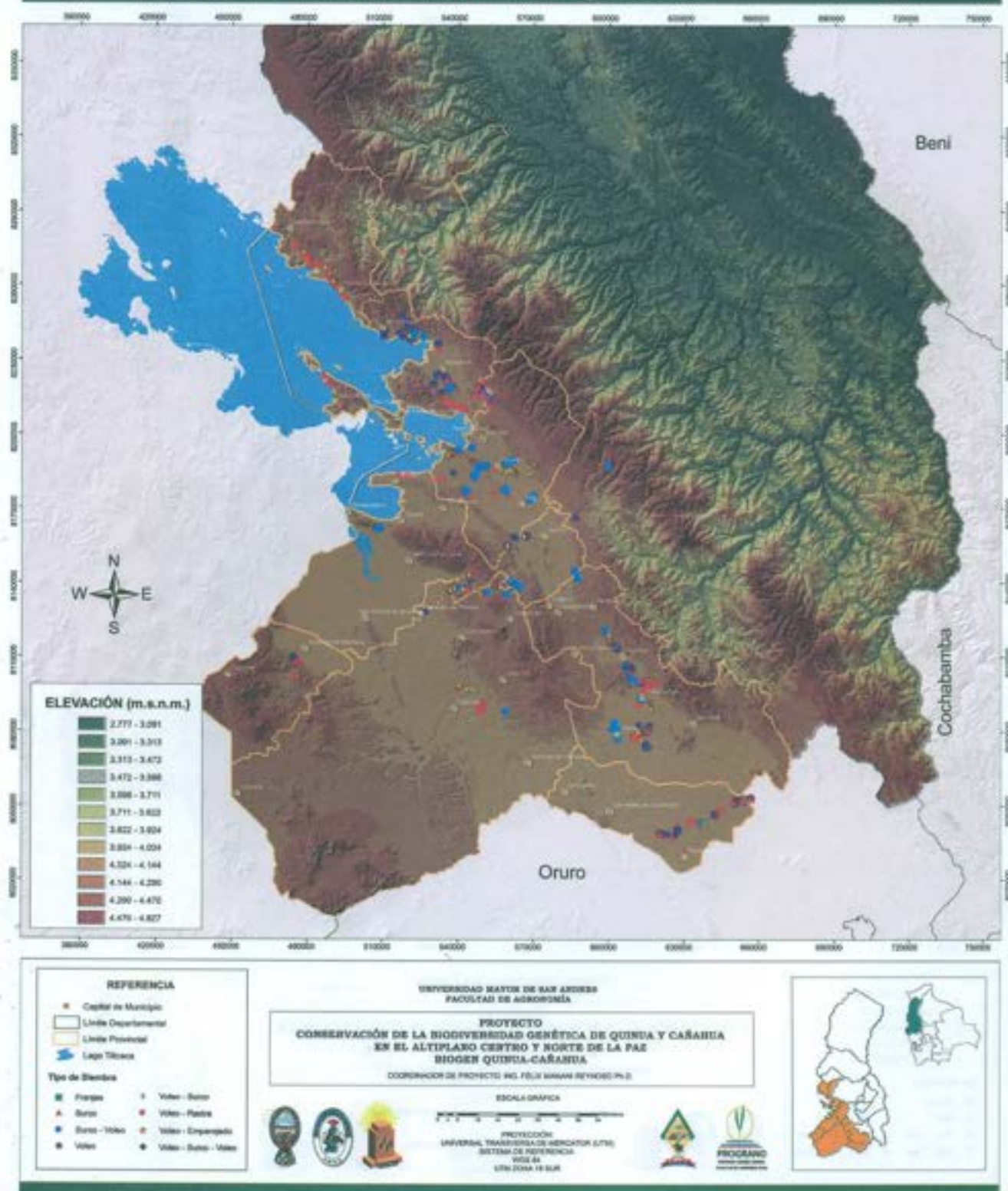
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS DE QUINUA PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



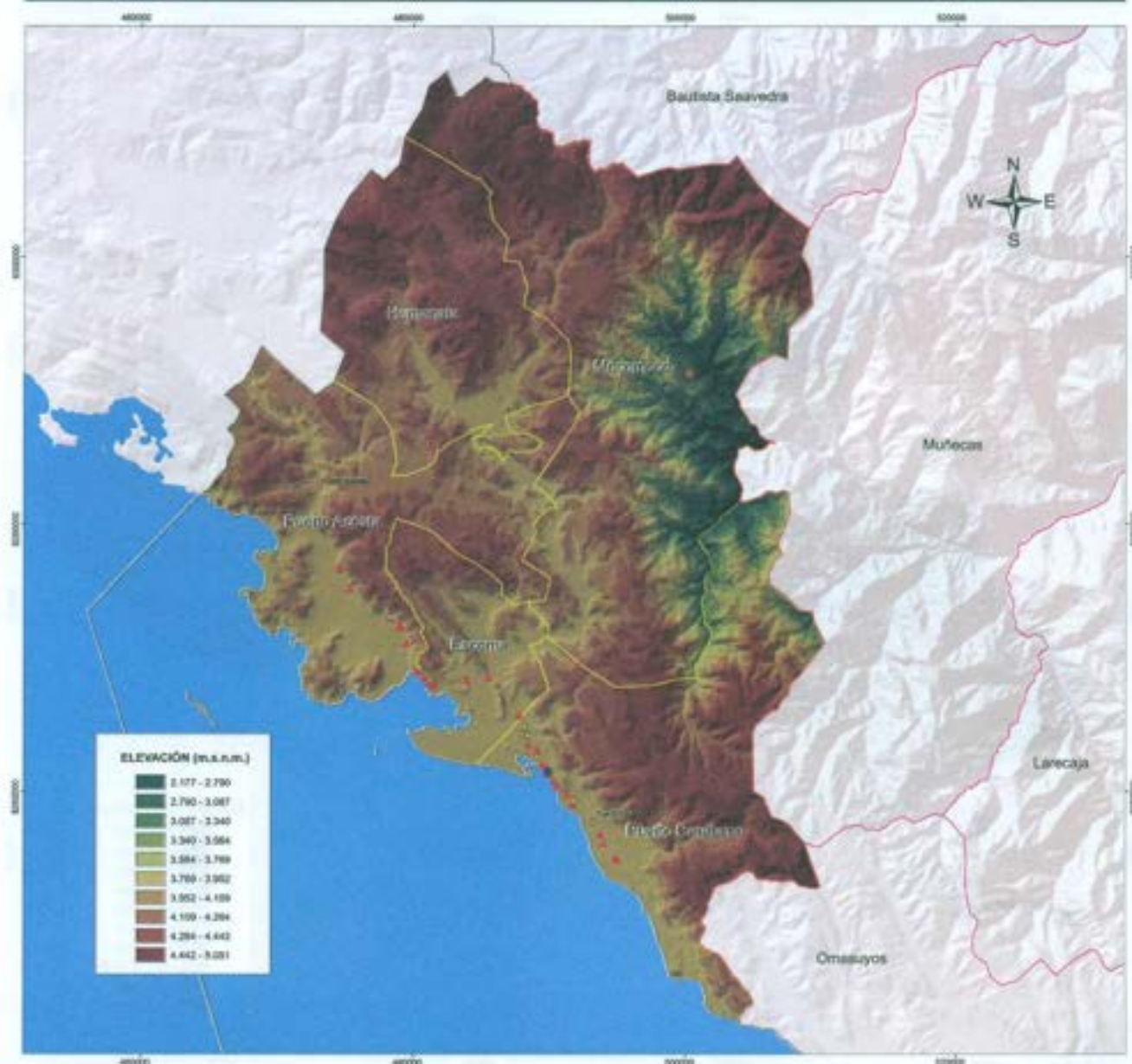
7. SISTEMA DE SIEMBRA PARA EL CULTIVO DE QUINUA



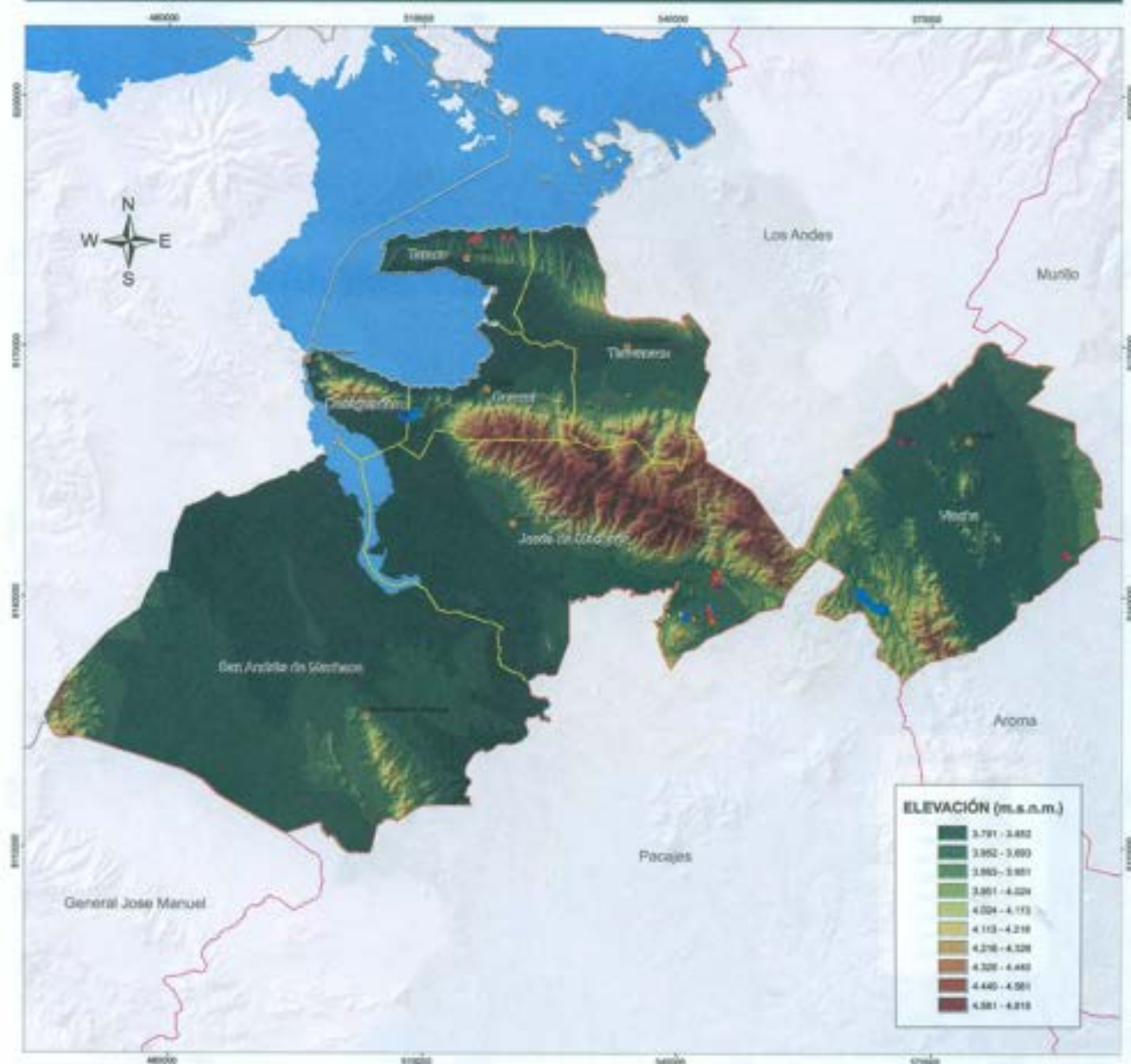
MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE QUINUA



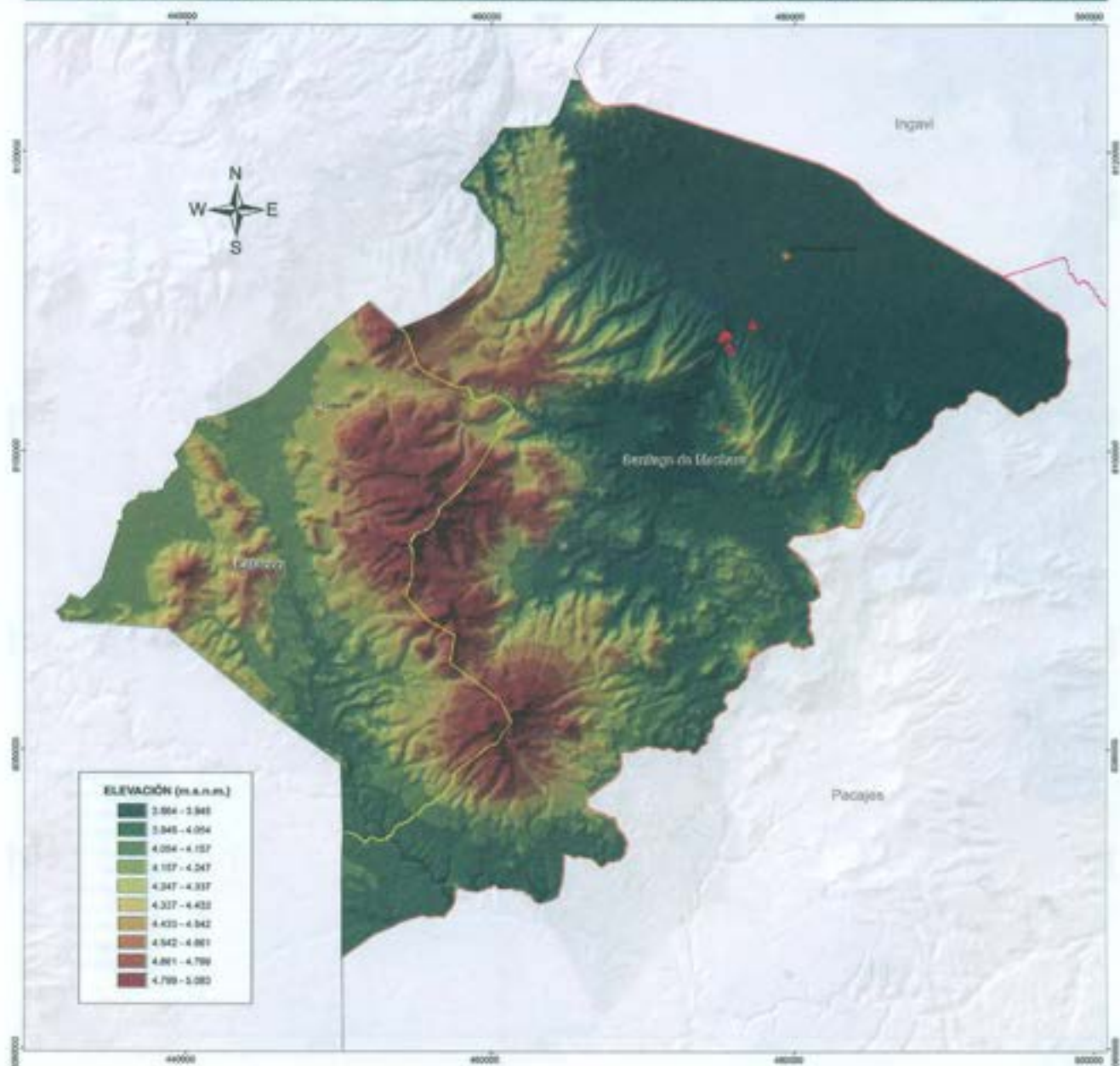
MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA CAMACHO



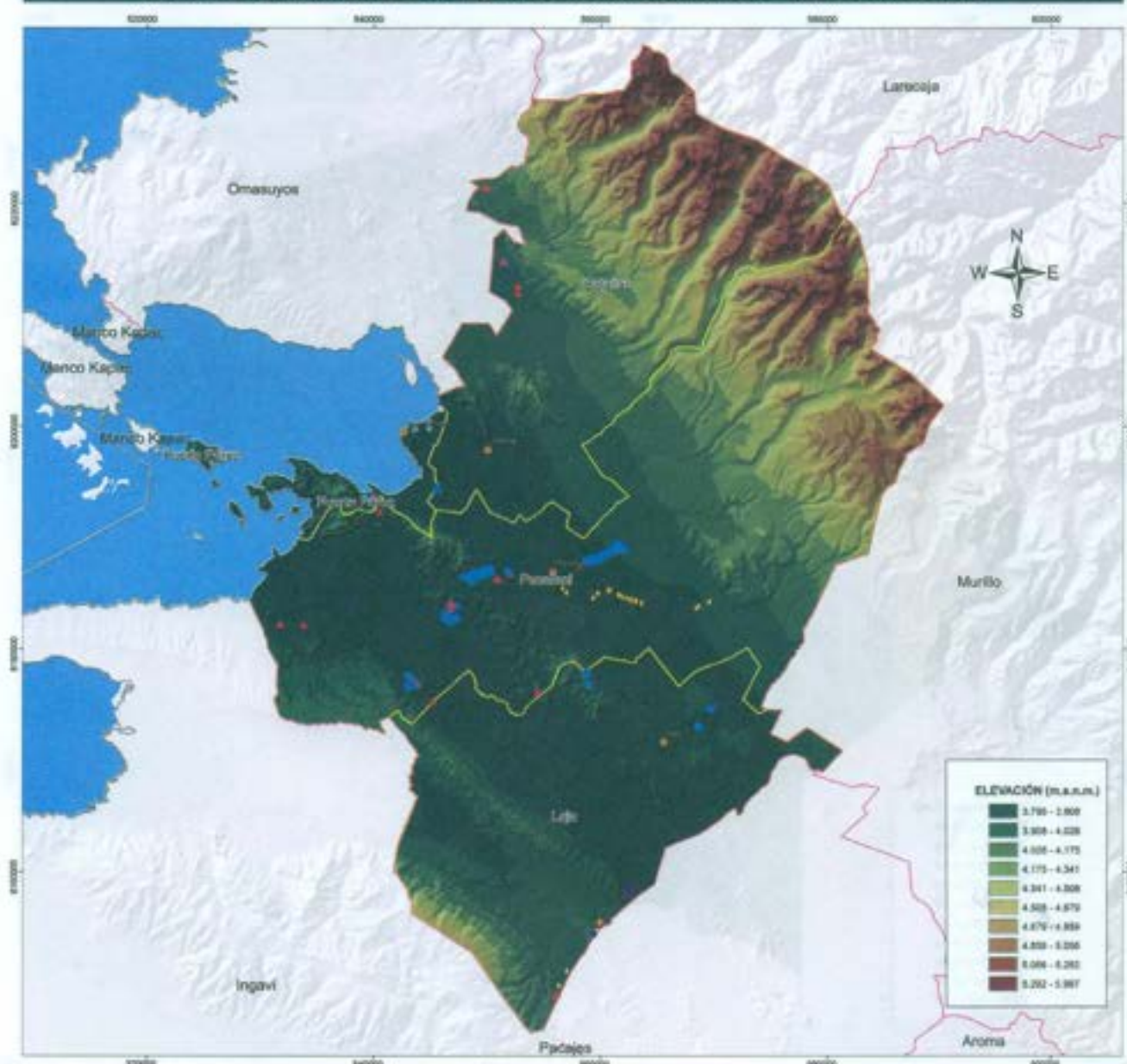
MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA INGAVI



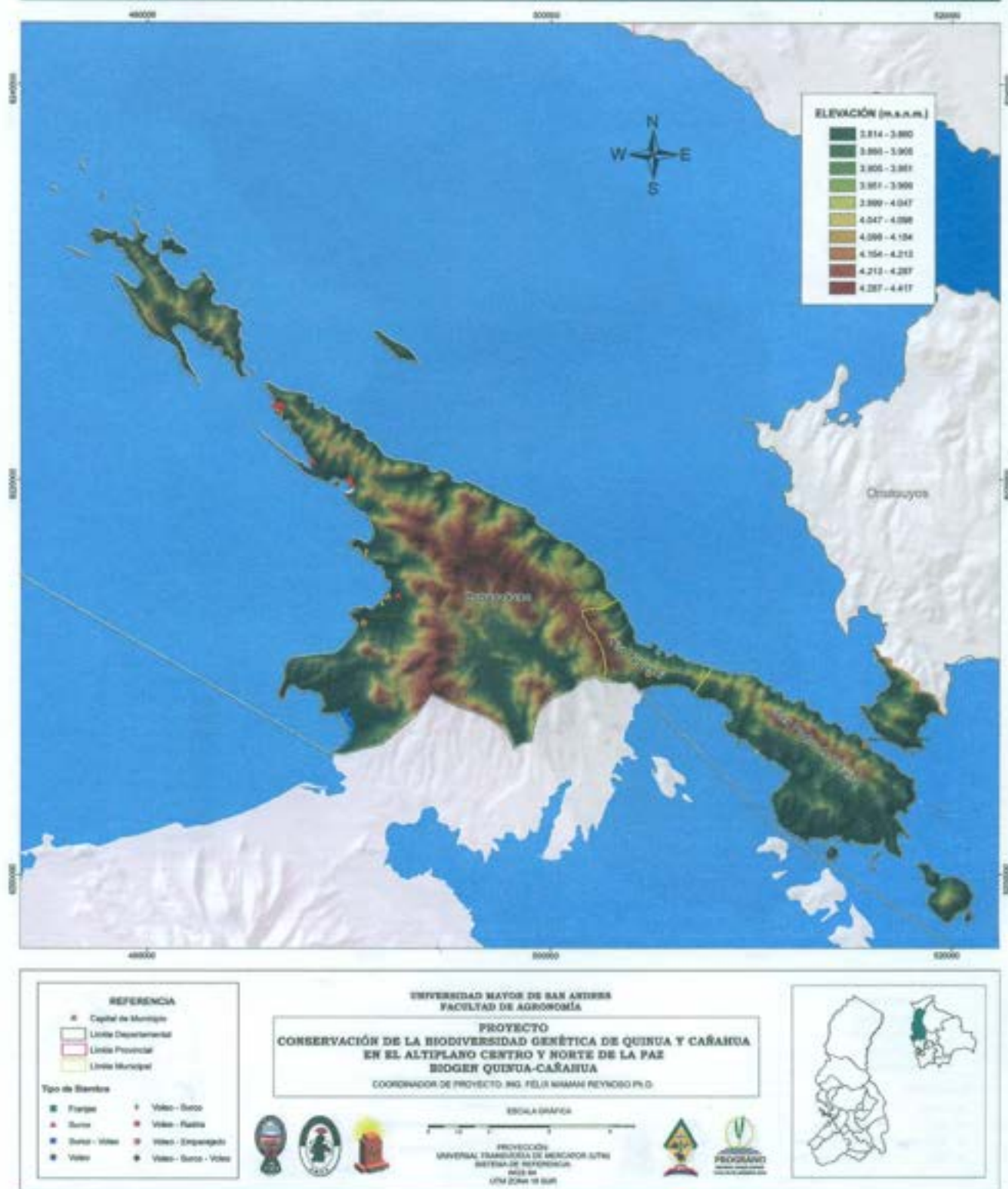
MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA JOSE MANUEL PANDO



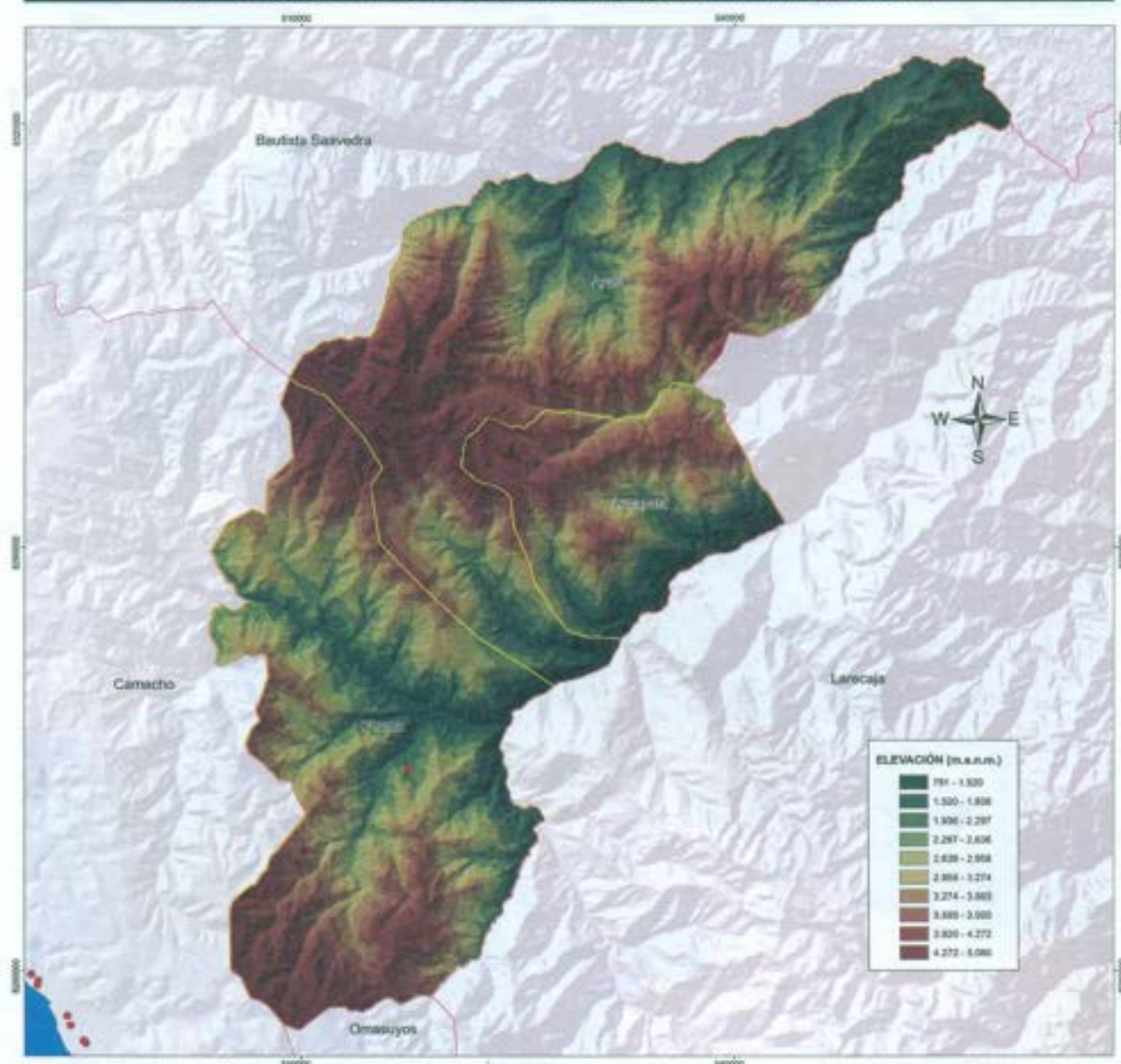
MAPA MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA LOS ANDES



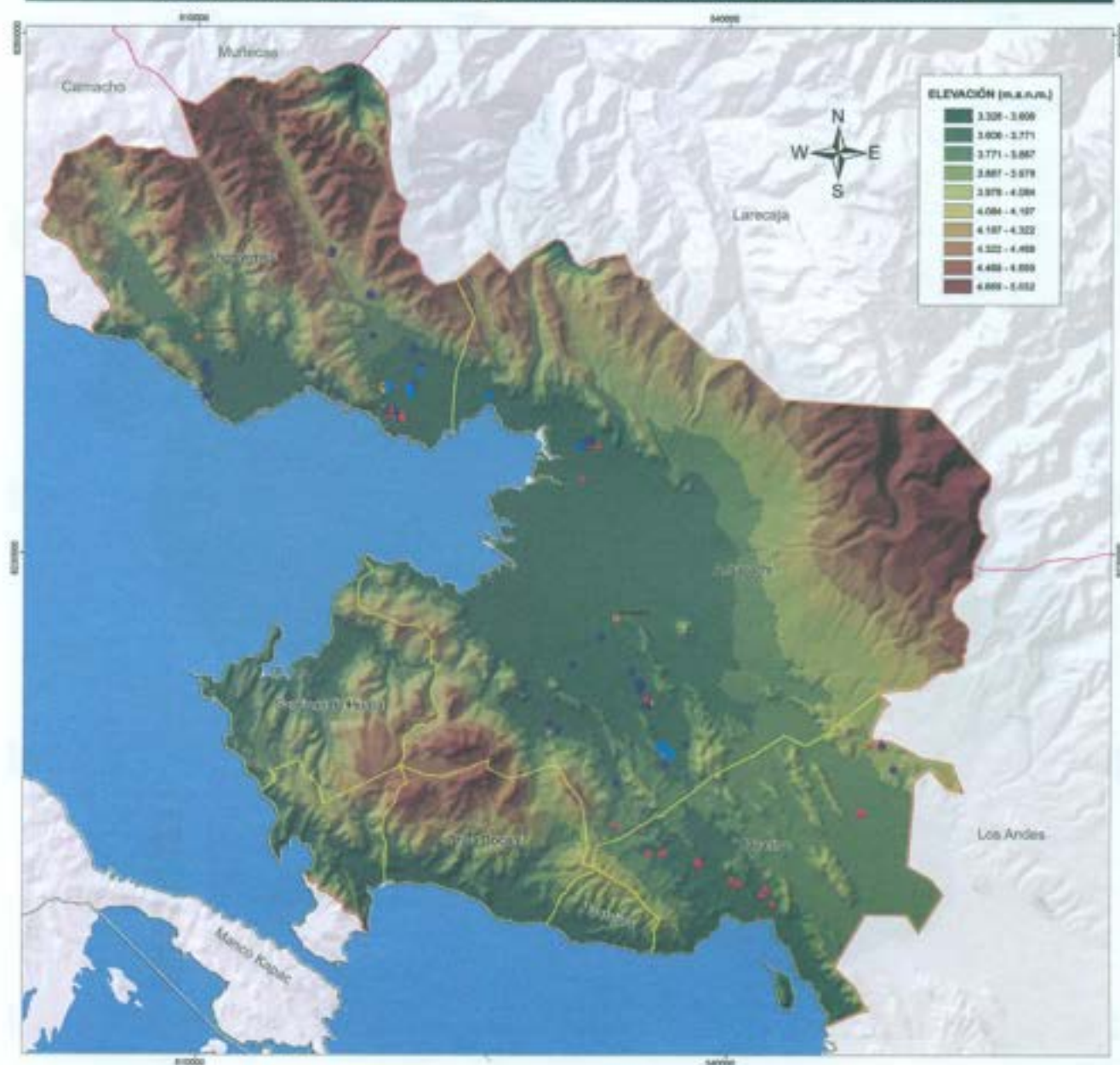
MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA MANCO KAPAC



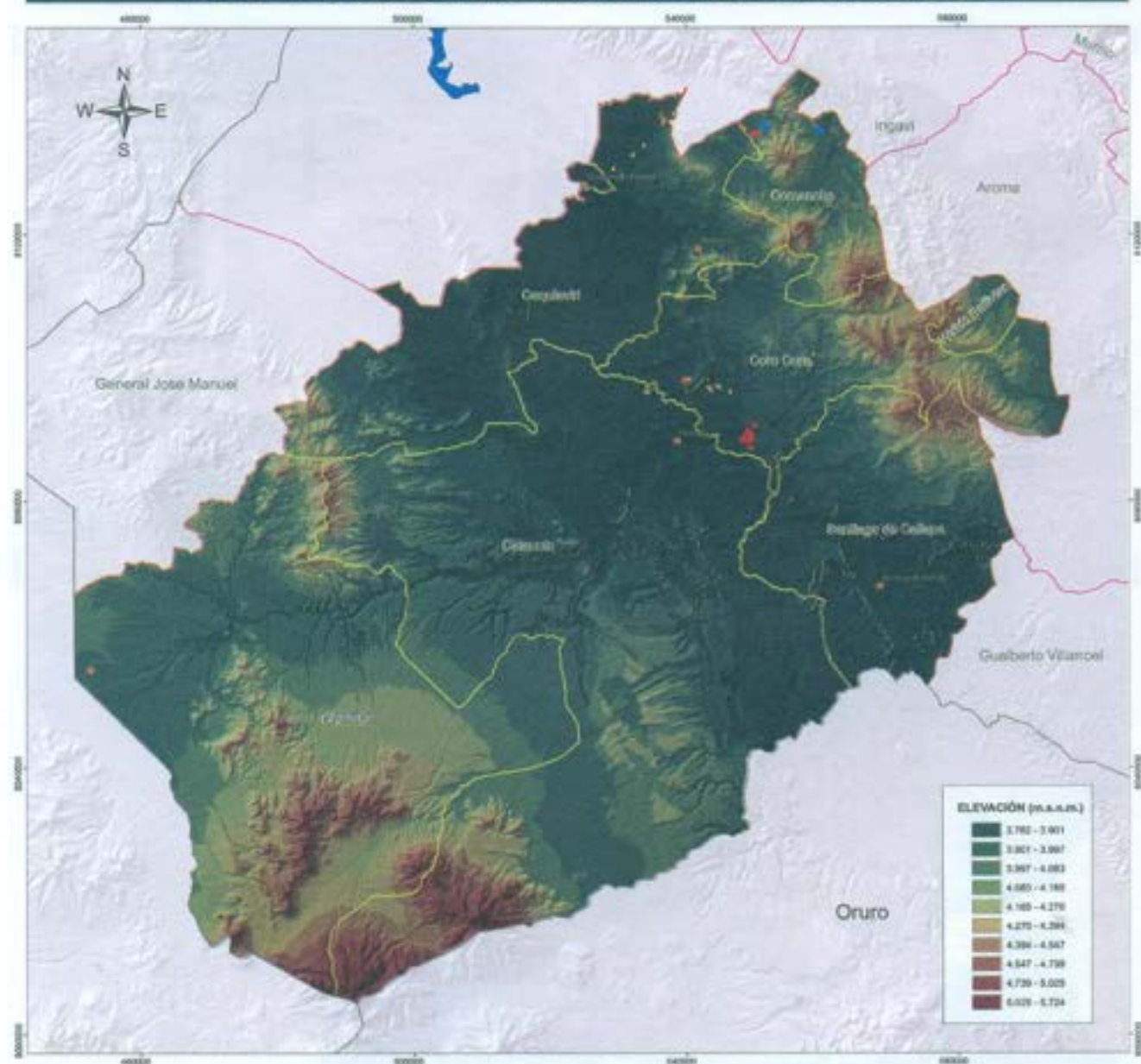
MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA MUÑECAS



MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA OMASUYOS



MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA PACAJES



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal

Tipo de Siembra

- Frío
- Caliente
- Frío - Viento
- Viento
- Viento - Buzo
- Viento - Peste
- Viento - Empujado
- Viento - Buzo - Viento

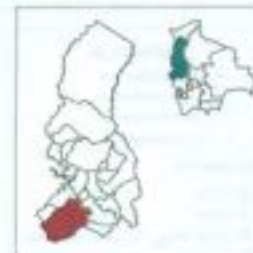
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA
COORDINADOR DE PROYECTO: ING. PÉLIZ RAMÍREZ REYNOSO Ph.D.

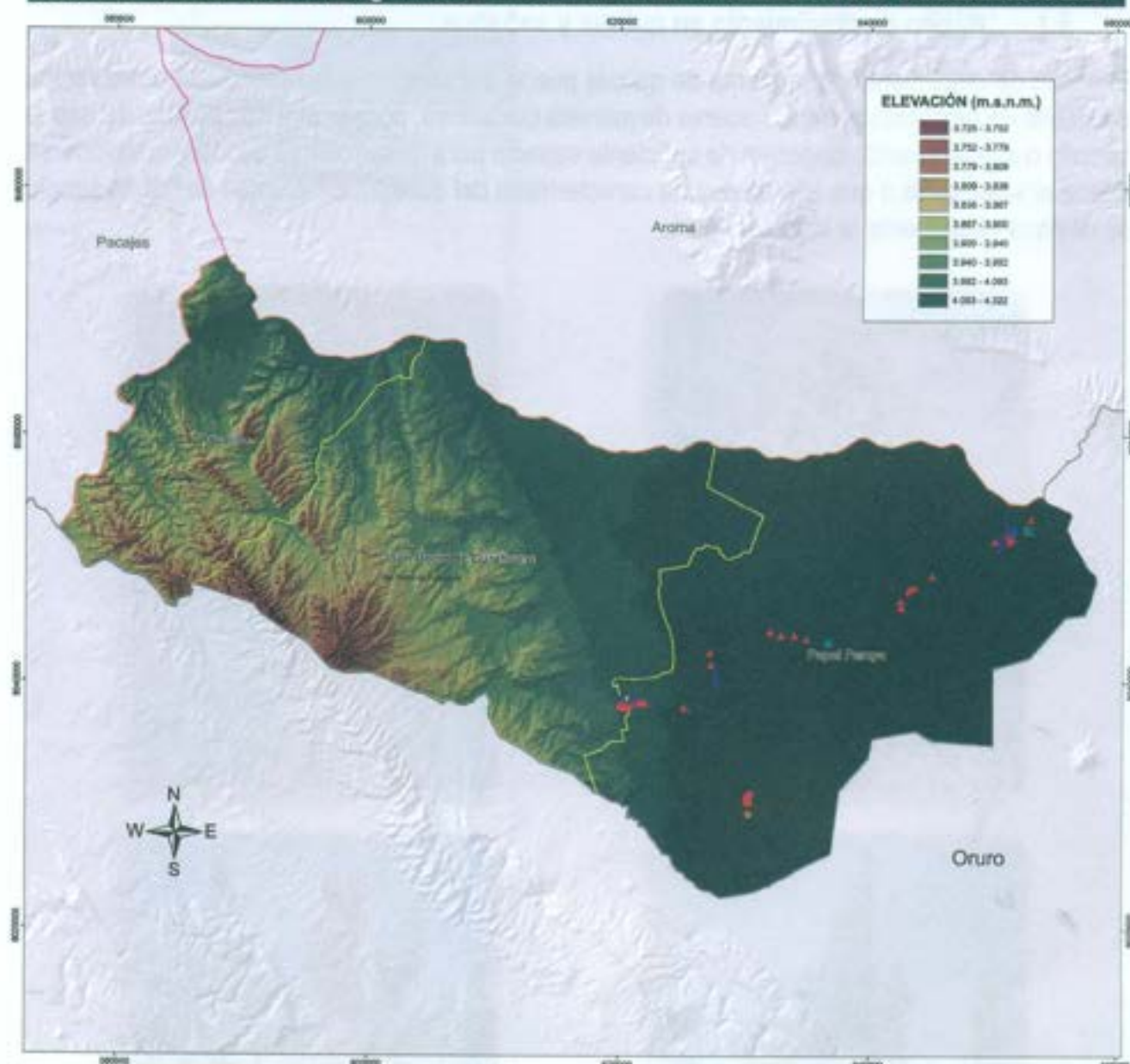


ESCALA GRÁFICA

PROTECCIÓN
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
P.O. BOX 100
UTZ ZONA 15 SUR



MANEJO ANCESTRAL EN SISTEMA DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal

Tipo de Siembra

- Frío
- Surto
- Surto - Vides
- Vides
- Vides - Surto
- Vides - Pacha
- Vides - Empujado
- Vides - Surto - Vides

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOTEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FÉLIX MARÍA REYNOSO P.D.



ESCALA GRÁFICA

PROYECCIÓN
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM)
SISTEMA DE REFERENCIA
WGS 84
UTM ZONA 18 SUR

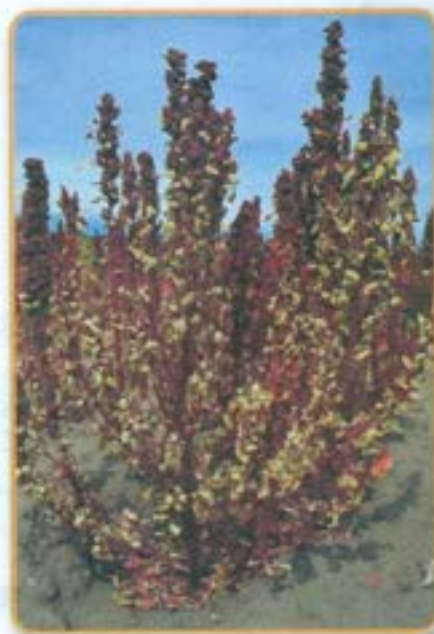
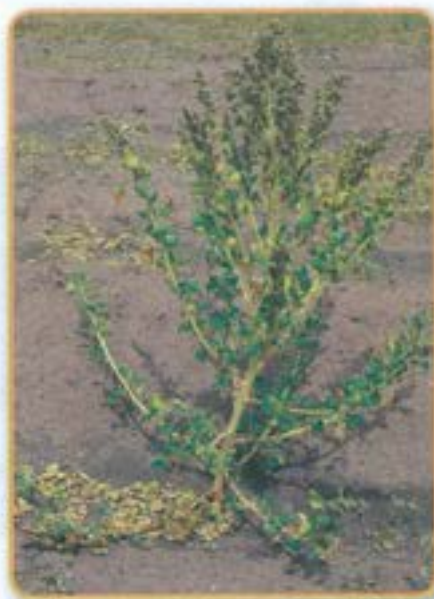


8. CARACTERES MORFOLÓGICOS

Para reflejar la variabilidad genética de los granos andinos, se distinguieron características morfológicas representativas de la planta que se describen a continuación.

8.1. Hábito de crecimiento en quinoa y cañahua

El hábito de crecimiento de la planta de quinoa puede ser sencillo o ramificado; la observación del hábito de ramificación debe hacerse de manera cuidadosa, porque algunas plantas de hábito sencillo o simple cuando disponen de suficiente espacio para desarrollarse tienden a ramificarse desde el suelo pese a que ello no es una característica del ecotipo. En plantas de hábito simple se destaca nítidamente la inflorescencia.



Hábitos de crecimiento de la quinoa, simple y ramificada.

El hábito de crecimiento de la cañahua se presenta de dos maneras: como lastas y saihuas. Las lastas son plantas postradas o semi erguidas, tiene numerosas ramificaciones que inicia en el cuello de la planta brindando apariencia frondosa. Las saihuas son plantas erguidas con pocas ramificaciones y estrechas entre si.



Hábitos de crecimiento de la cañahua, lasta y saihua.

MAPA DE HÁBITO DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE QUINUA

INDICADORES O ÍNDICE

Hábito de crecimiento.

DESCRIPCIÓN

El mapa de hábito de crecimiento muestra los diferentes tipos de ramificación en los cultivos de quinua. Representa la cantidad de ramificaciones y apariencia como ser erguidos, caídos, frondosos.

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN

La clasificación se realizó por la característica puntual de los elementos. Así se tiene los siguientes hábitos de crecimiento.

- Simple
- Ramificado hasta tercio inferior.
- Ramificado hasta segundo tercio.
- Ramificado con panoja principal no definida.

PRINCIPALES RESULTADOS

De acuerdo con los datos registrados para el factor en estudio, se identificó hábito de crecimiento simple en la provincia Aroma, Gualberto Villarroel, Ingavi y Los Andes con 93%, 89%, 100% y 96,6% respectivamente.

Respecto a la ramificación hasta el tercio inferior representa el 3,6% y 11,1% en las provincias Aroma y Gualberto Villarroel respectivamente.

VALORES ESTADÍSTICOS

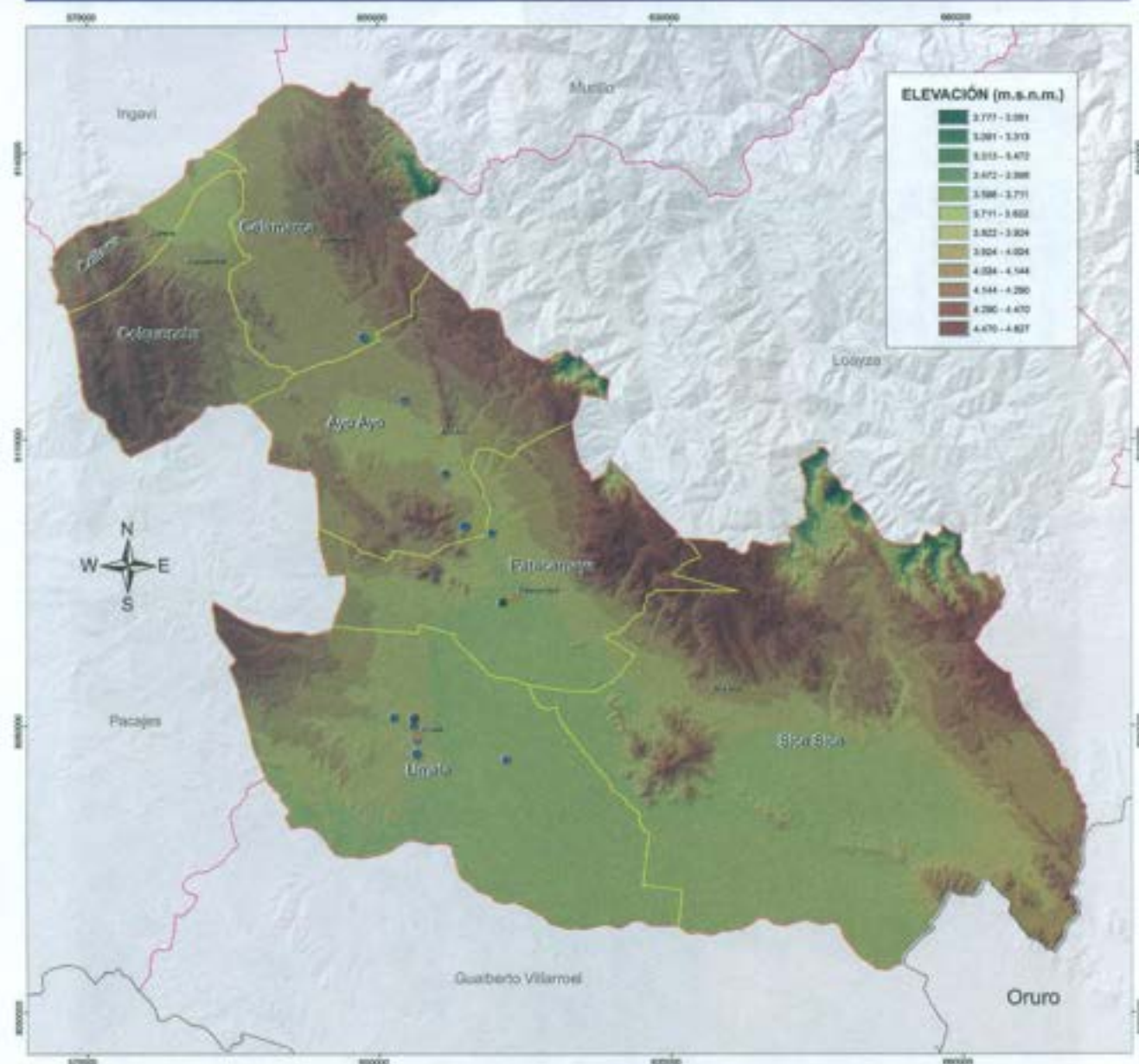
HÁBITO DE CRECIMIENTO EN QUINUA



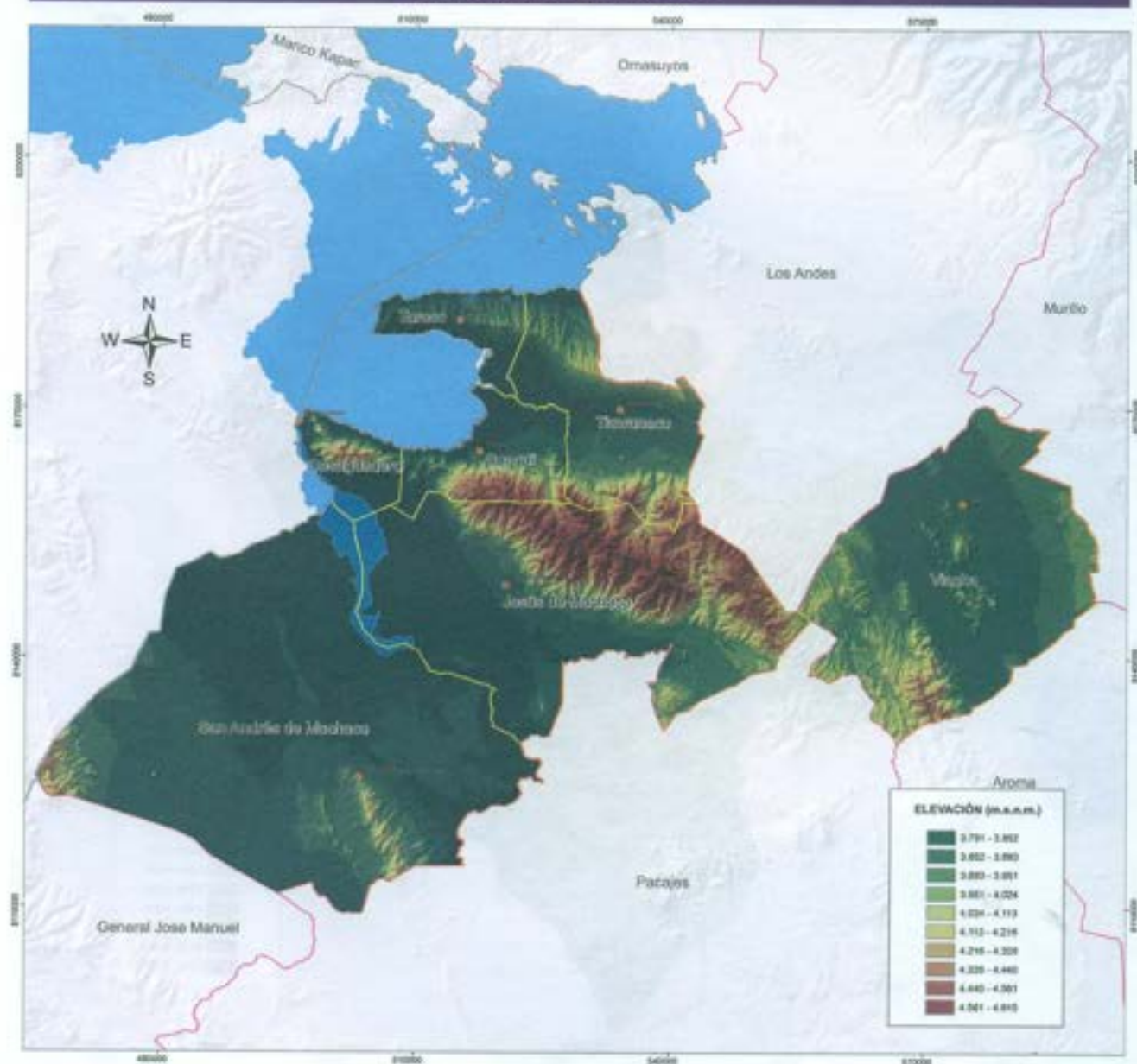


Hábito de crecimiento ramificado.

MAPA HÁBITO DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA AROMA



HÁBITO DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA INGAVI



- REFERENCIA**
- Capital de Municipio
 - Límite Departamental
 - Límite Provincial
 - Límite Municipal
 - Lago Titicaca
- Hábito de Crecimiento**
- Simple
 - Ramificado hasta tercer orden
 - Ramificado hasta segundo orden
 - Ramificado con pareja principal no definida

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOTEN QUINUA-CAÑAHUA

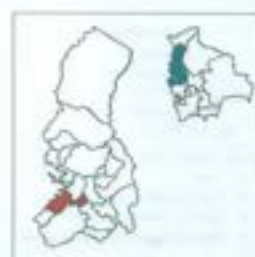
COORDINADOR DE PROYECTO ING. FELIX MARÍA REFINO P.D.



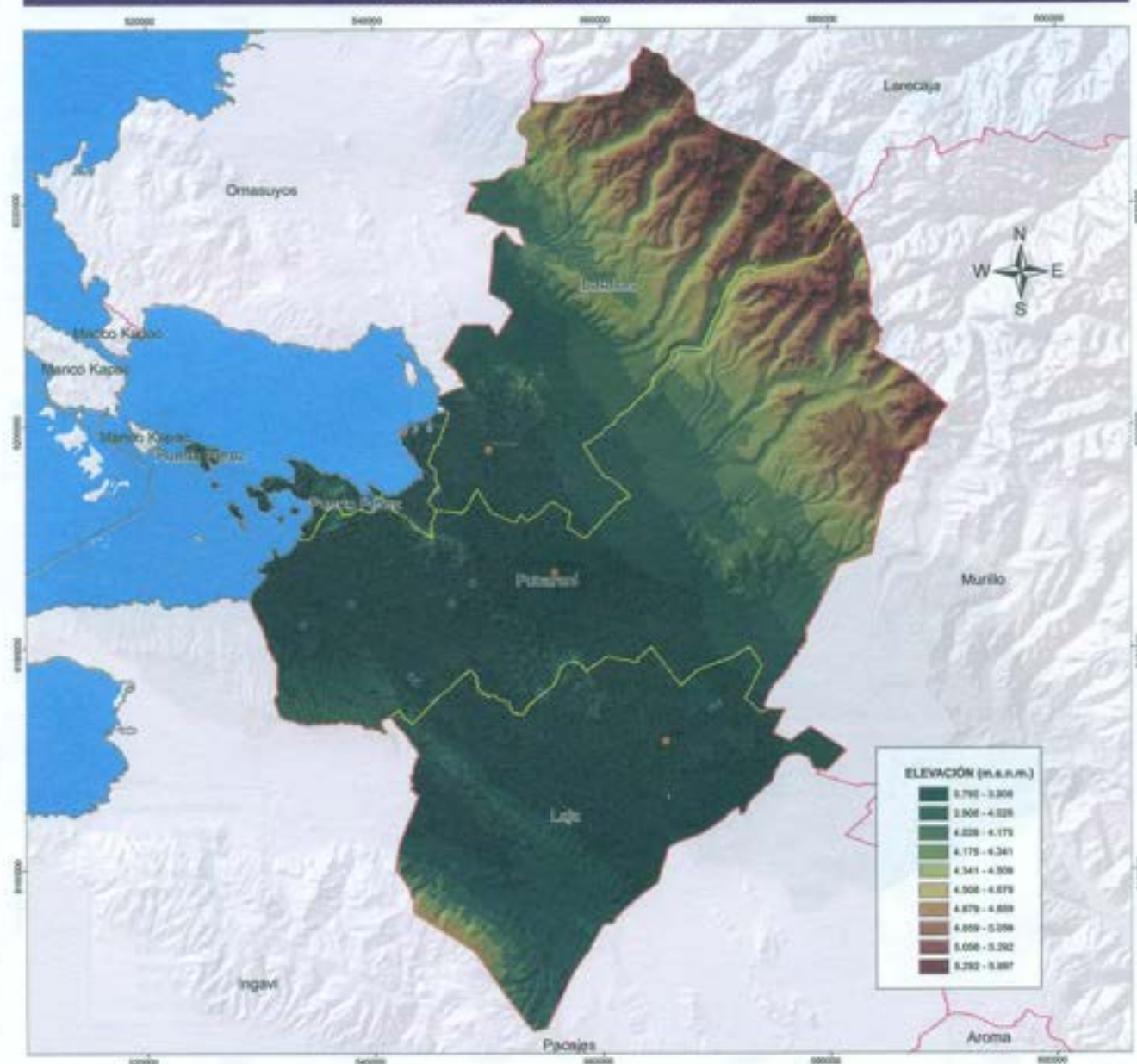
ESCALA GRÁFICA

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

PROTECCIÓN
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
SISTEMA DE REFERENCIA
WGS 84
UTM ZONA 18 SUR



MAPA HÁBITO DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA LOS ANDES



MAPA HÁBITO DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



- REFERENCIA**
- Capital de Municipio
 - Límite Departamental
 - Límite Provincial
 - Límite Municipal
 - Lago Titicaca
- Hábito de Crecimiento**
- Simple
 - Ramificado hacia arriba inferior
 - Ramificado hacia abajo inferior
 - Ramificado con panza principal no definida

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FÉLIX MANRIQUEZ PÉREZ

ESCALA GRÁFICA

PROYECCIÓN
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERIDIANOS
WGS 84
UTM ZONA 18 SUR



8.2. Tipo de panoja

La inflorescencia de la quinoa es denominada panoja, ya que presenta un eje más desarrollado, del cual se originan ejes secundarios, de forma glomerulada, amarantiforme e intermedia y pueden tener un aspecto laxo y compacto. Es glomerulada cuando el eje glomerular nace de los ejes secundarios del tallo principal y amarantiforme cuando el eje glomerular nace del tallo principal, variando según los ecotipos.



Tipo de panoja glomerulada.



Tipo de panoja amarantiforme.

MAPA DE TIPO DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA

INDICADORES O ÍNDICE

Tipo de panoja.

DESCRIPCIÓN

El mapa de tipo de panoja muestra, las diferentes formas de panícula que presentan las recolecciones realizadas en el trabajo de campo. Esta variable se registró en la fase de floración con la ayuda del descriptor de la quinua que nos muestran tres formas de panoja.

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN

La clasificación se realizó por la característica puntual de los elementos. Así se tiene las siguientes formas de panoja:

- Glomerulada
- Intermedia
- Amarantiforme

PRINCIPALES RESULTADOS

En las provincias de estudio del altiplano norte y centro, la forma de panoja más representativa en el cultivo de quinua es la glomerulada.

VALORES ESTADÍSTICOS



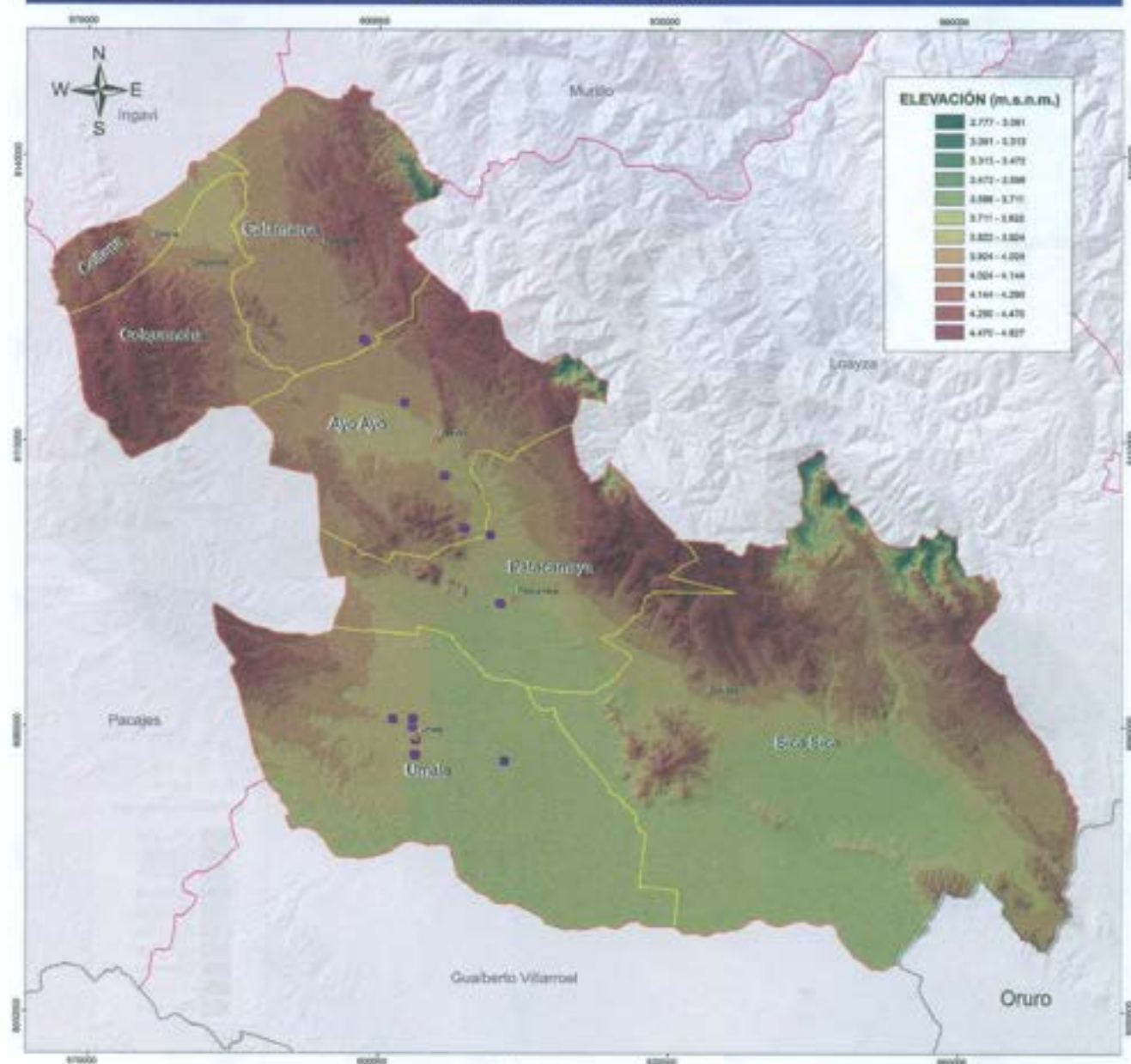


Tipo de panoja amarantiforme compacta (quinua morada), tipo de panoja glomerulada (quinua verde).

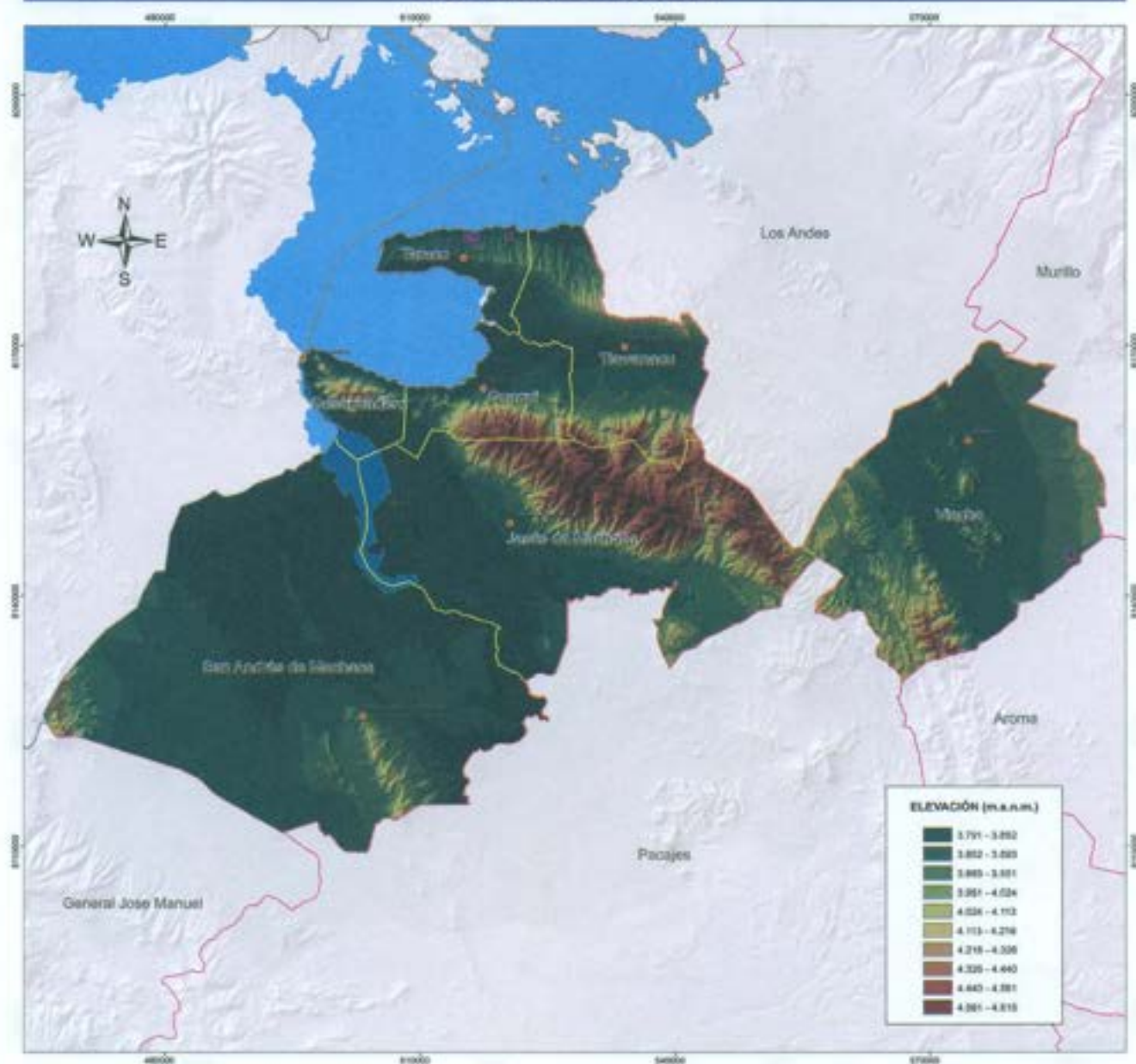


Tipo de panoja glomerulada.

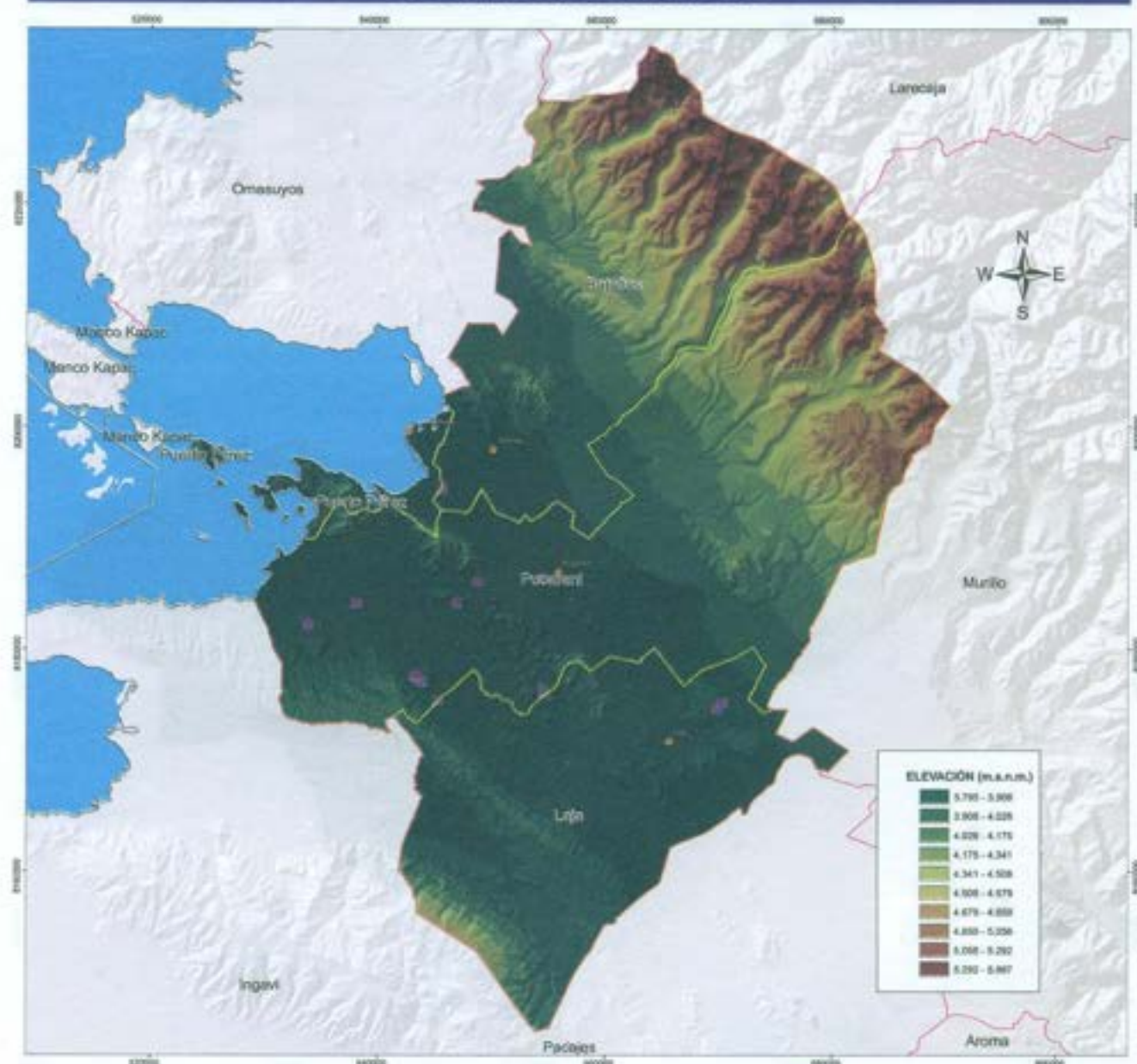
FORMA DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA AROMA



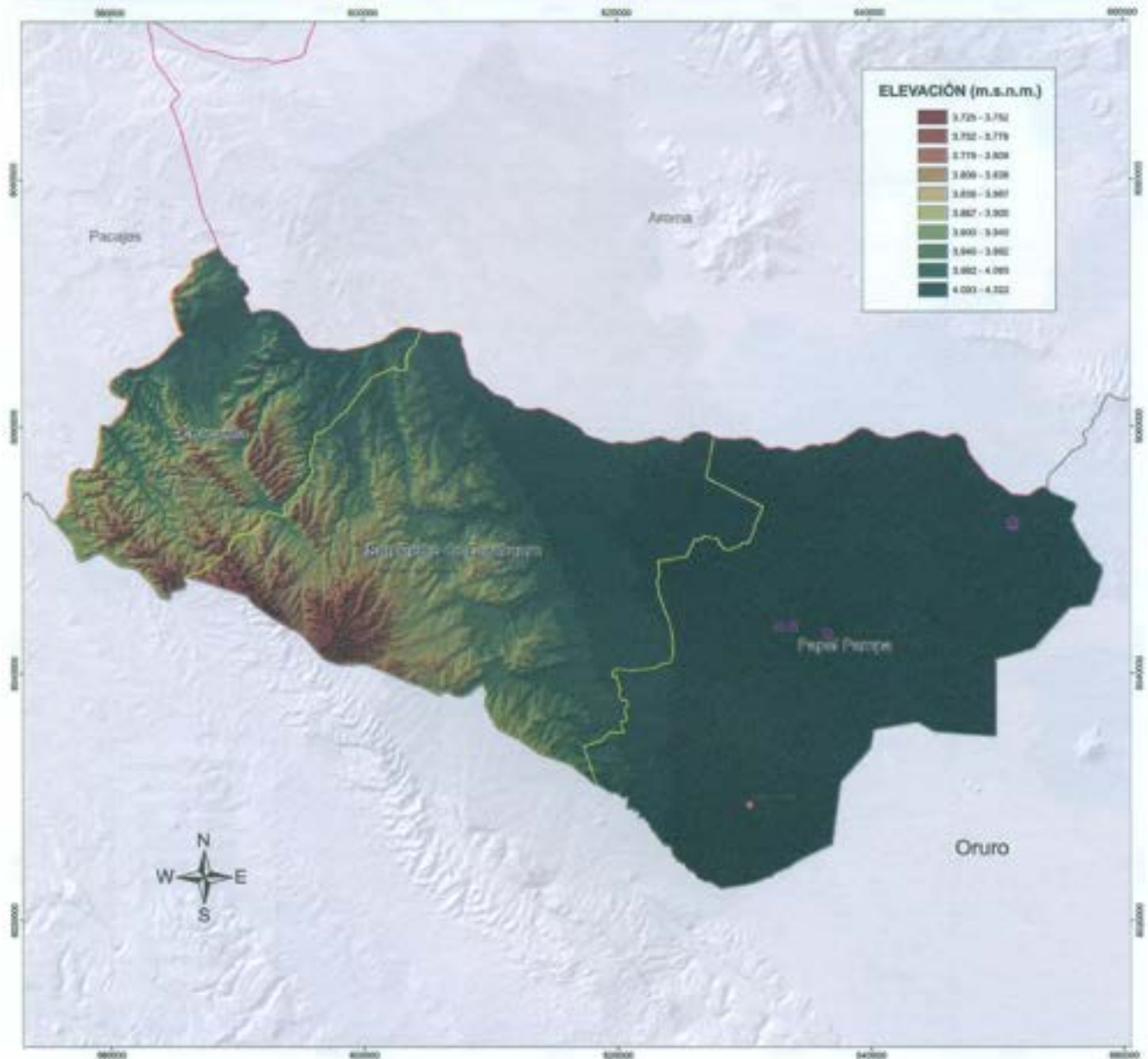
FORMA DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA INGAVI



FORMA DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA LOS ANDES



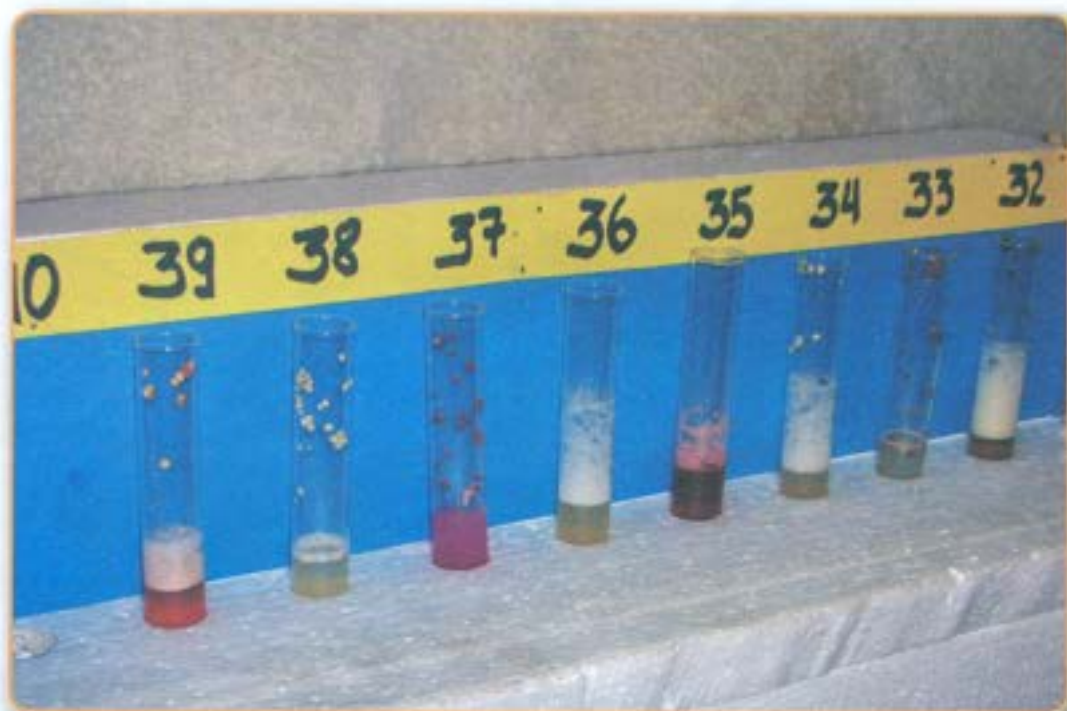
FORMA DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



8.3. Porcentaje de saponina

Las saponinas son glicoalcaloides que se encuentran en la cubierta del grano de quinoa y que dan un sabor desagradable que impide su consumo directo.

El contenido de saponina es variable al interior de los ecotipos. Desde el punto de vista agronómico éste compuesto brinda a los granos de quinoa un peculiar sabor amargo, siendo el resultado del factor genético, siendo recesivo el dulce.



MAPA DE PRESENCIA DE SAPONINA EN EL CULTIVO DE QUINUA

INDICADORES O INDICE

Porcentaje de Saponina.

DESCRIPCIÓN

El mapa de porcentaje de saponina refleja la cantidad de saponina expresada en porcentaje, en las muestras recolectadas en diferentes comunidades visitadas en la zona de estudio.

En esta ocasión para las provincias de Aroma, Los Andes, Ingavi y Gualberto Villarroel.

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN

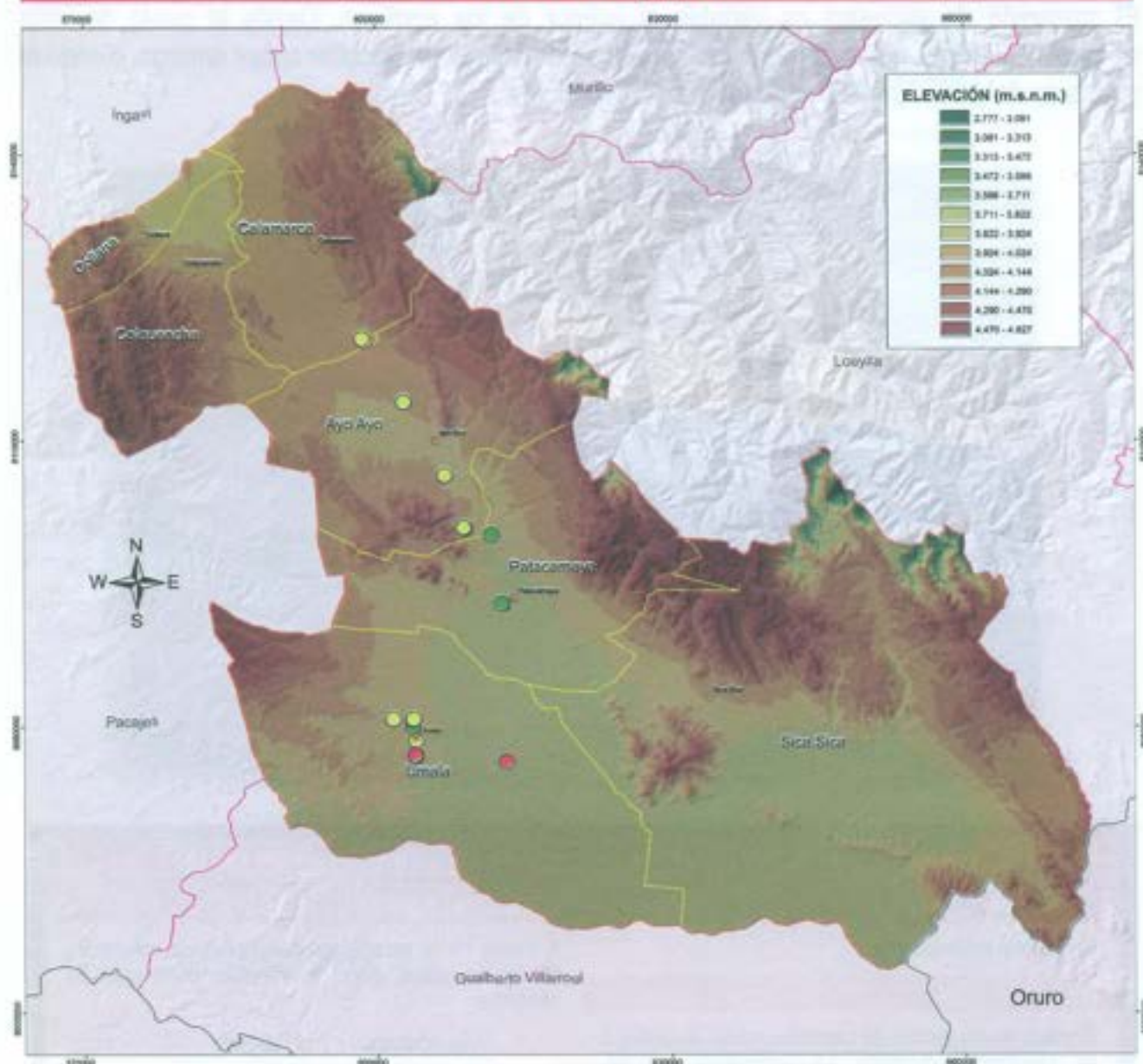
La clasificación se realizó por la característica puntual de las muestras. Se utilizó los datos de altura de espuma y se halló el porcentaje de saponina.

PRINCIPALES RESULTADOS

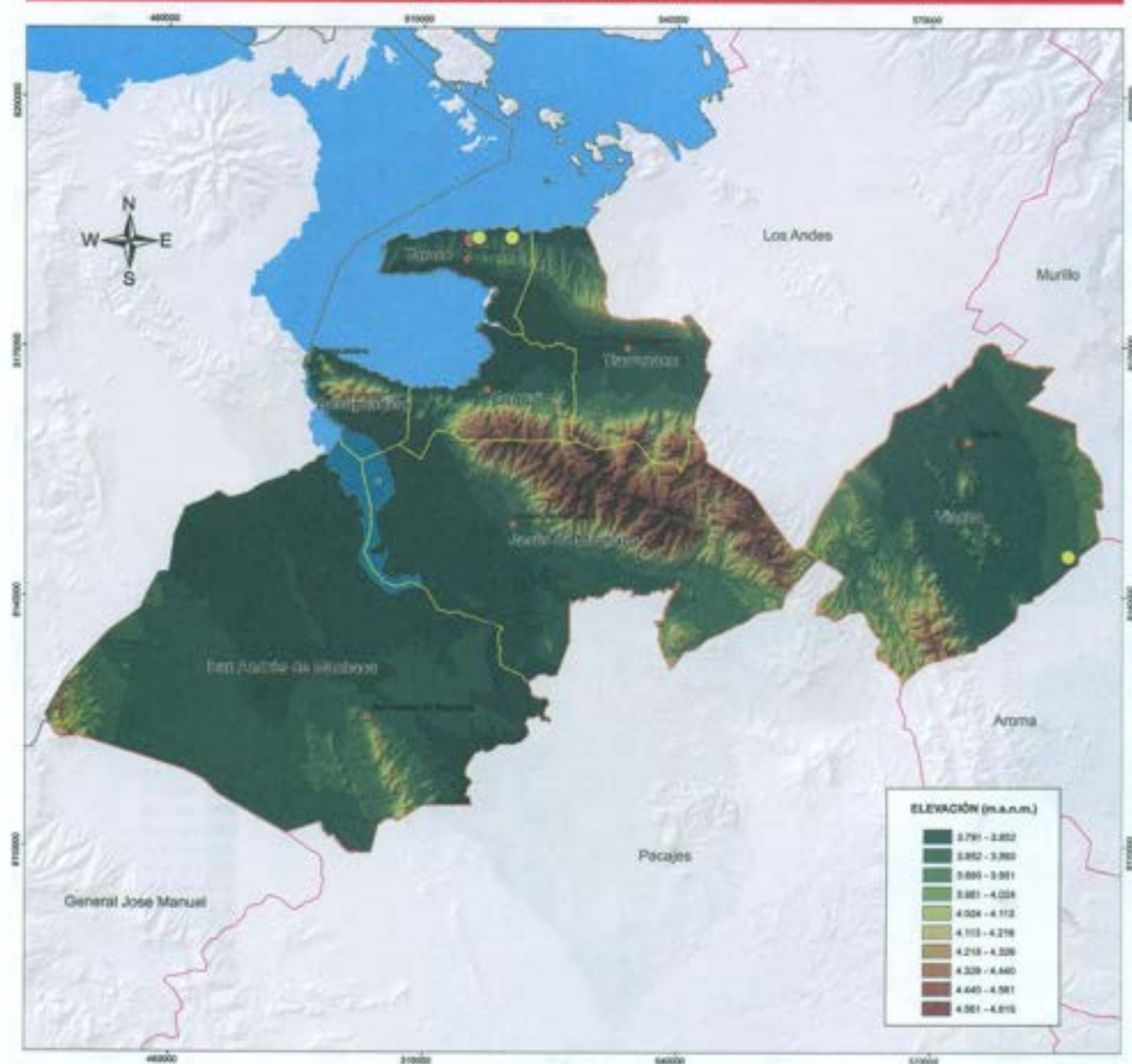
A través de la estadística descriptiva se obtuvo los siguientes datos para la variable porcentaje de saponina.

- Bajo contenido < 0,095
- Intermedio 0,095 - 0,189
- Alto contenido > 0,189

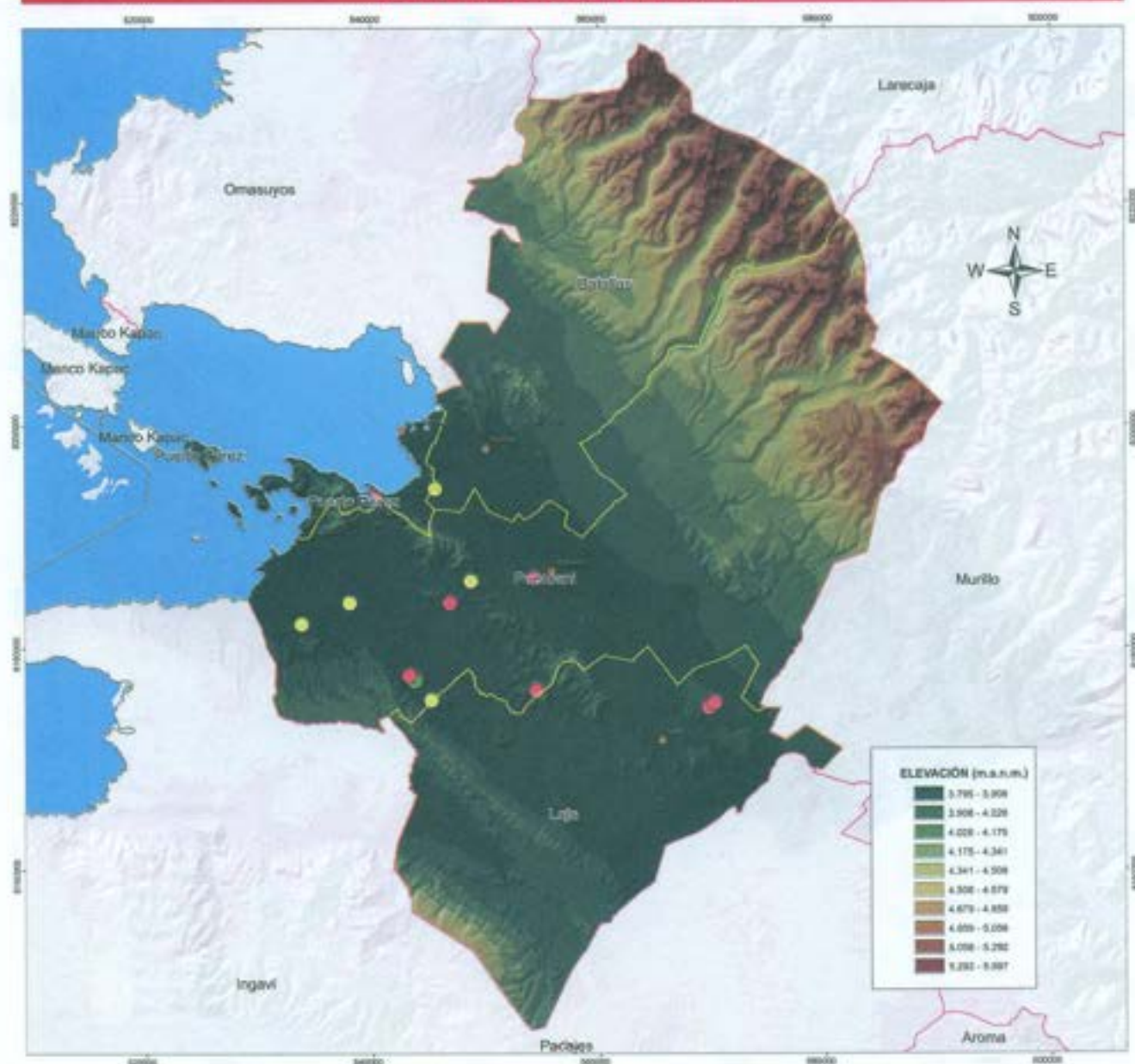
PORCENTAJE DE SAPONINA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA AROMA



MAPA DE PORCENTAJE DE SAPONINA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA INGAVI



PORCENTAJE DE SAPONINA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA LOS ANDES



REFERENCIA

- Capital de Municipio
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Municipal
- Lago Titicaca

% Saponina

- 0.000
- 0.000 - 0.100
- 0.100 - 0.150

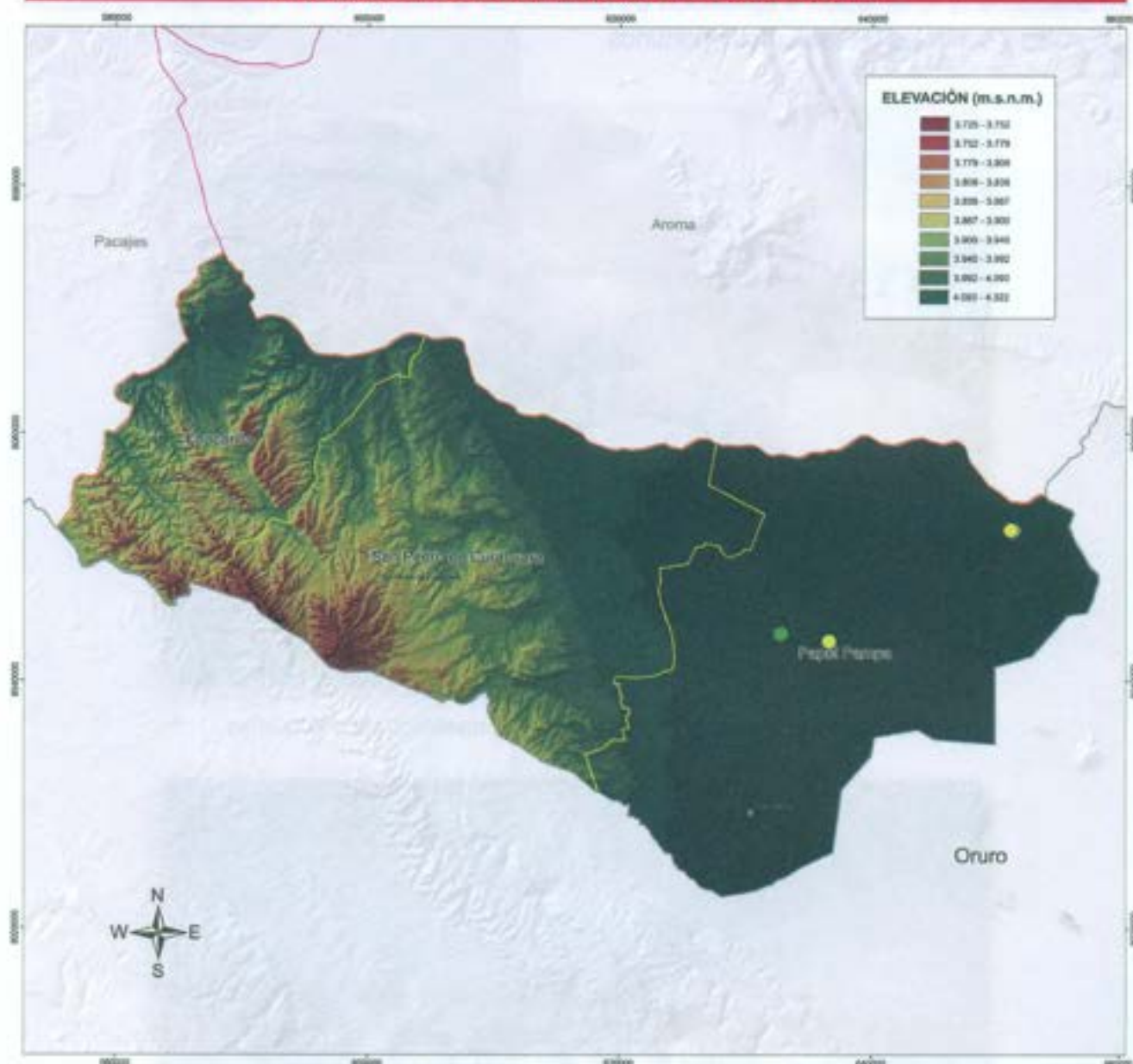
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROYECTO
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA
EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ
BIOGEN QUINUA-CAÑAHUA
COORDINADOR DE PROYECTO: ING. FELIX SANCHEZ REYESO P.D.

ESCALA GRÁFICA

PROYECCIÓN
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
SISTEMA DE REFERENCIA
UTM 18 S
UTM 2004 18 SUR

PORCENTAJE DE SAPONINA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



8.4 Rendimiento en quinua

Los rendimientos por lo general varían de acuerdo a las variedades y zonas agroecológicas puesto que existen unas con mayor capacidad genética de producción que otras. Varían también de acuerdo a la fertilización o aplicación de abonos, de la misma forma dependerá de labores culturales y controles fitosanitarios oportunos.



Variabilidad de granos de quinua y cañahua presentado por productores.



Semillas de quinua embolsadas, preparadas para almacenaje.

MAPA DE RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE QUINUA (kg/ha)

INDICADORES O INDICE

Rendimiento (kg/ha).

DESCRIPCIÓN

Para esta variable se muestrearon dos metros lineales de cada accesión para luego realizar el pesaje del grano limpio y así obtener el rendimiento de grano de cada accesión expresado en (kg/ha).

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN

La clasificación se realizó de acuerdo a éstas tres categorías en base a los datos obtenidos en campo

- Bajo < 1971,69
- Medio 1971,69 - 3996,64
- Alto >3996,64

PRINCIPALES RESULTADOS

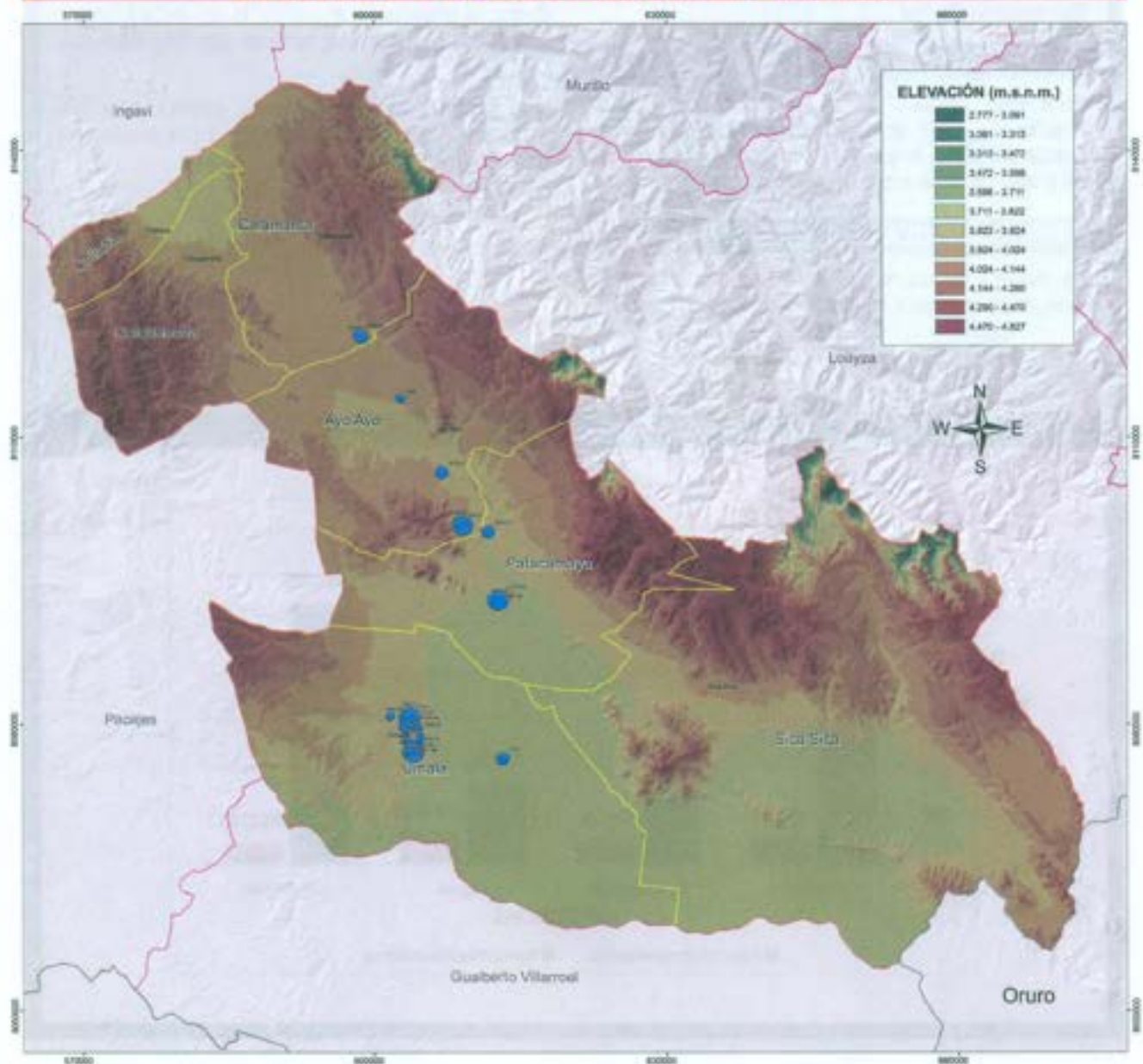
Según se observa en el gráfico, la provincia Aroma y Los Andes registran los rendimientos más altos con 1241 y 1082 kg/ha.

Los registros para rendimiento mínimo para las provincias Aroma, Villaruel, Ingavi y Los Andes son 109, 98, 129 y 80 kg/ha respectivamente.

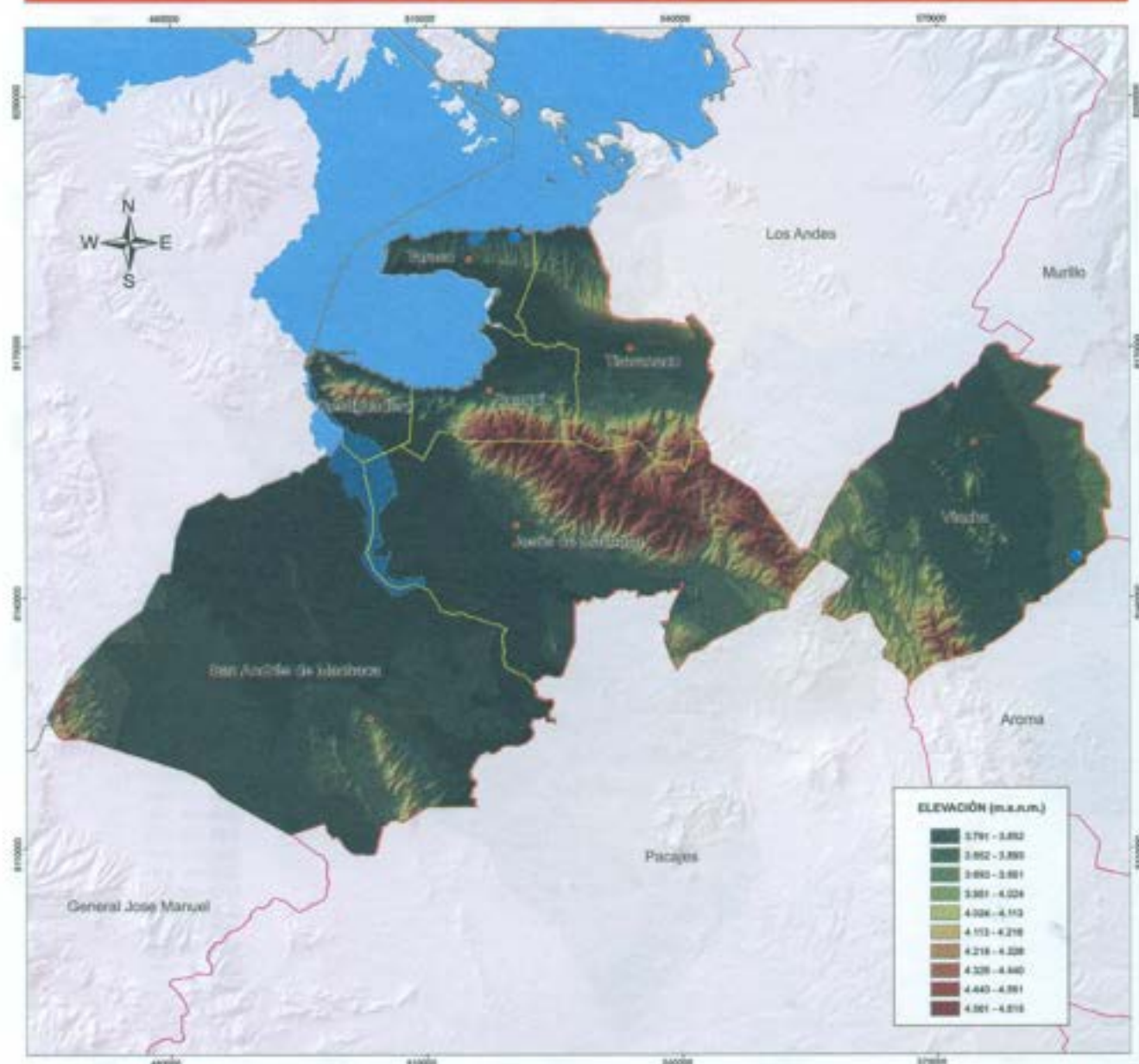
VALORES ESTADÍSTICOS



RENDIMIENTO DE GRANO EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA AROMA



RENDIMIENTO DE GRANO EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA INGAVI



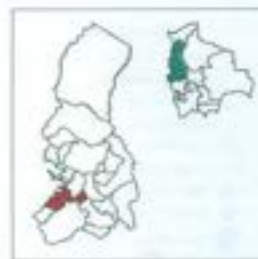
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

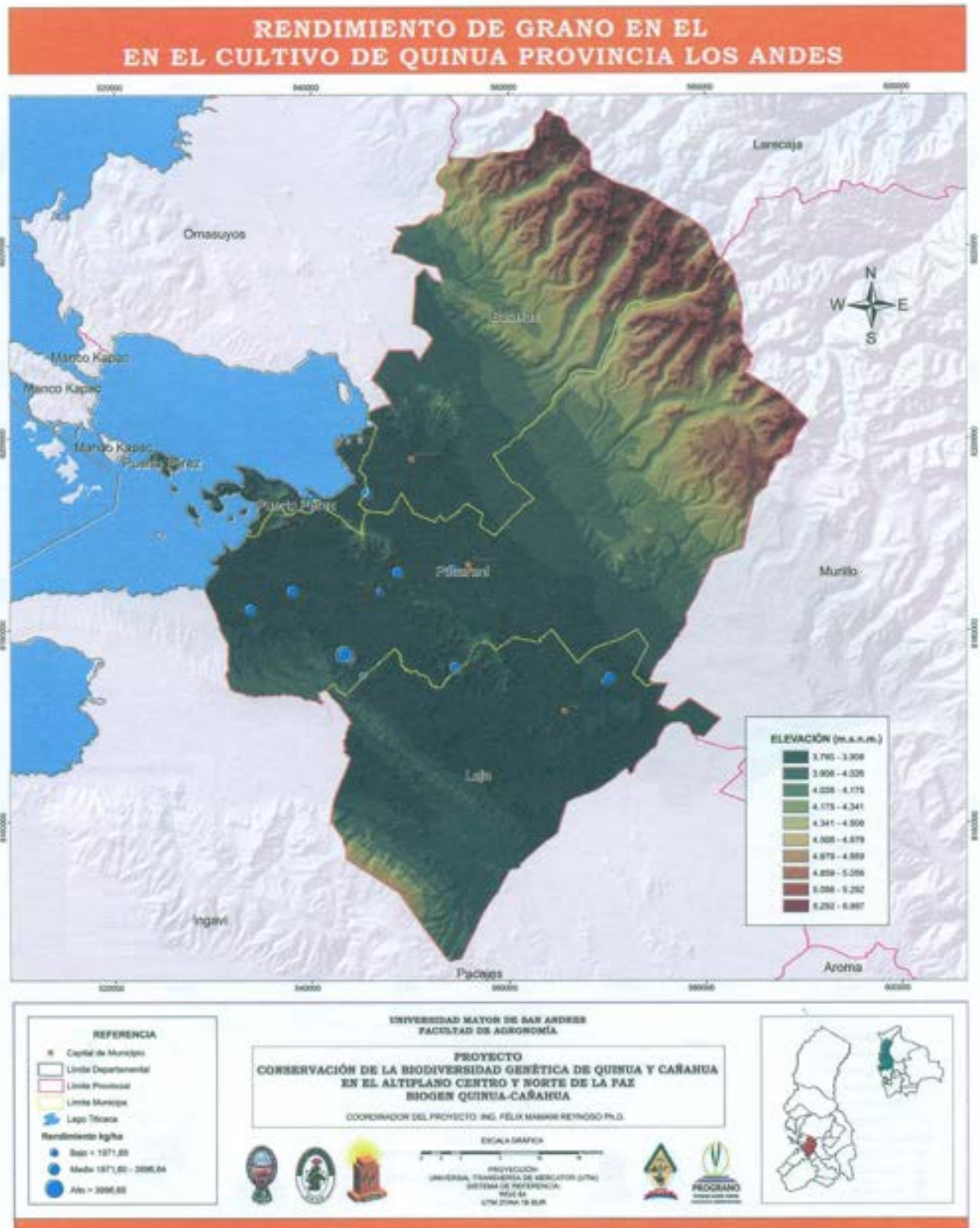
PROYECTO CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE QUINUA Y CAÑAHUA EN EL ALTIPLANO CENTRO Y NORTE DE LA PAZ EBOEN QUINUA-CAÑAHUA

COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. FÉLIX RAMÍREZ REYNOSO P.L.C.

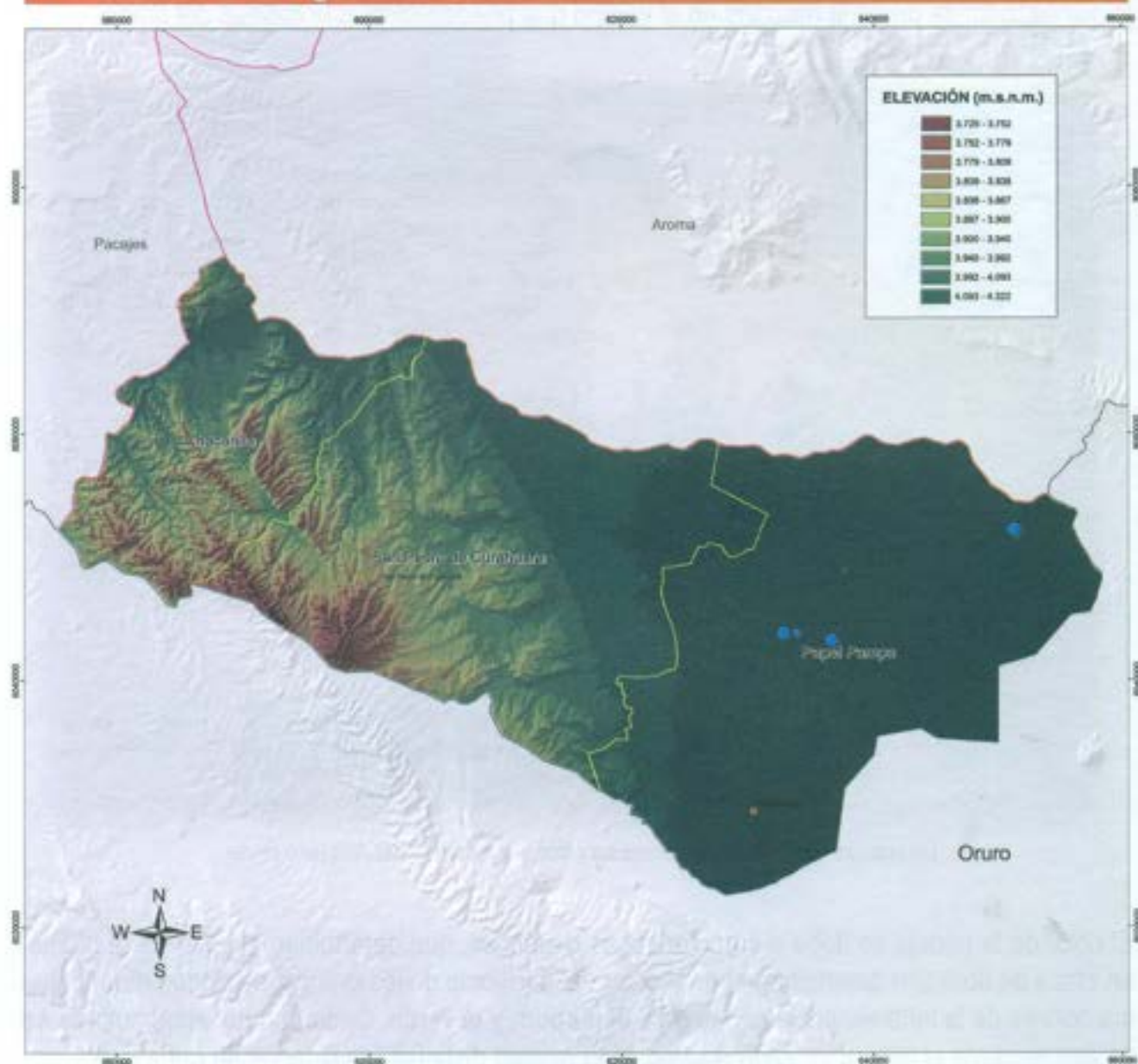


ESCALA GRÁFICA
PROYECTO
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
SISTEMA DE REFERENCIA
WGS 84
UTM ZONA 18 SUR





RENDIMIENTO DE GRANO EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA GUALBERTO VILLARROEL



8.5. Color de panoja

El conocimiento de la herencia de algunos caracteres tan simples como el color de la planta, que son independientes del rendimiento, es de enorme importancia para la producción comercial de la quinua, a fin de prevenir mezclas en el campo que pueden afectar la calidad del grano.



Diversidad de colores de panoja en plantas de quinua del Altiplano norte.

El color de la panoja se debe a características genéticas, que determinan el color de la planta, en etapa de floración determinado por el color del perigonio de los granos, de donde resulta que los colores de la inflorescencia son el rojo, el púrpura y el verde. Cada uno de estos colores no es exactamente el mismo en cada ecotipo, sino existen distintas tonalidades de cada uno.

MAPA COLOR DE PANOJA

INDICADORES O INDICE

Color de panoja.

DESCRIPCIÓN

Esta variable se registró mediante el descriptor de quinua con su diferentes colores, muestra los colores que se presentaron en las accesiones recolectadas en las provincias de estudio.

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN

La clasificación se realizó por tonalidad de colores:

- Amarillo
- Anaranjado
- Gris
- Rojo y verde
- Rosado
- Verde

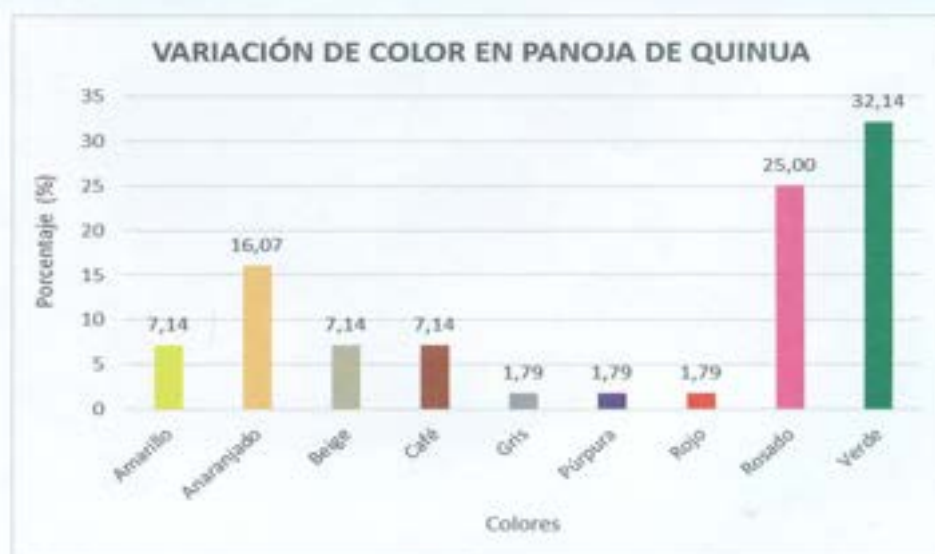
PRINCIPALES RESULTADOS

Los resultados para el factor color de panoja muestran una diversidad de tonalidades de color en las muestras de panojas. Para una mejor comprensión, se las ha agrupado en seis grupos.

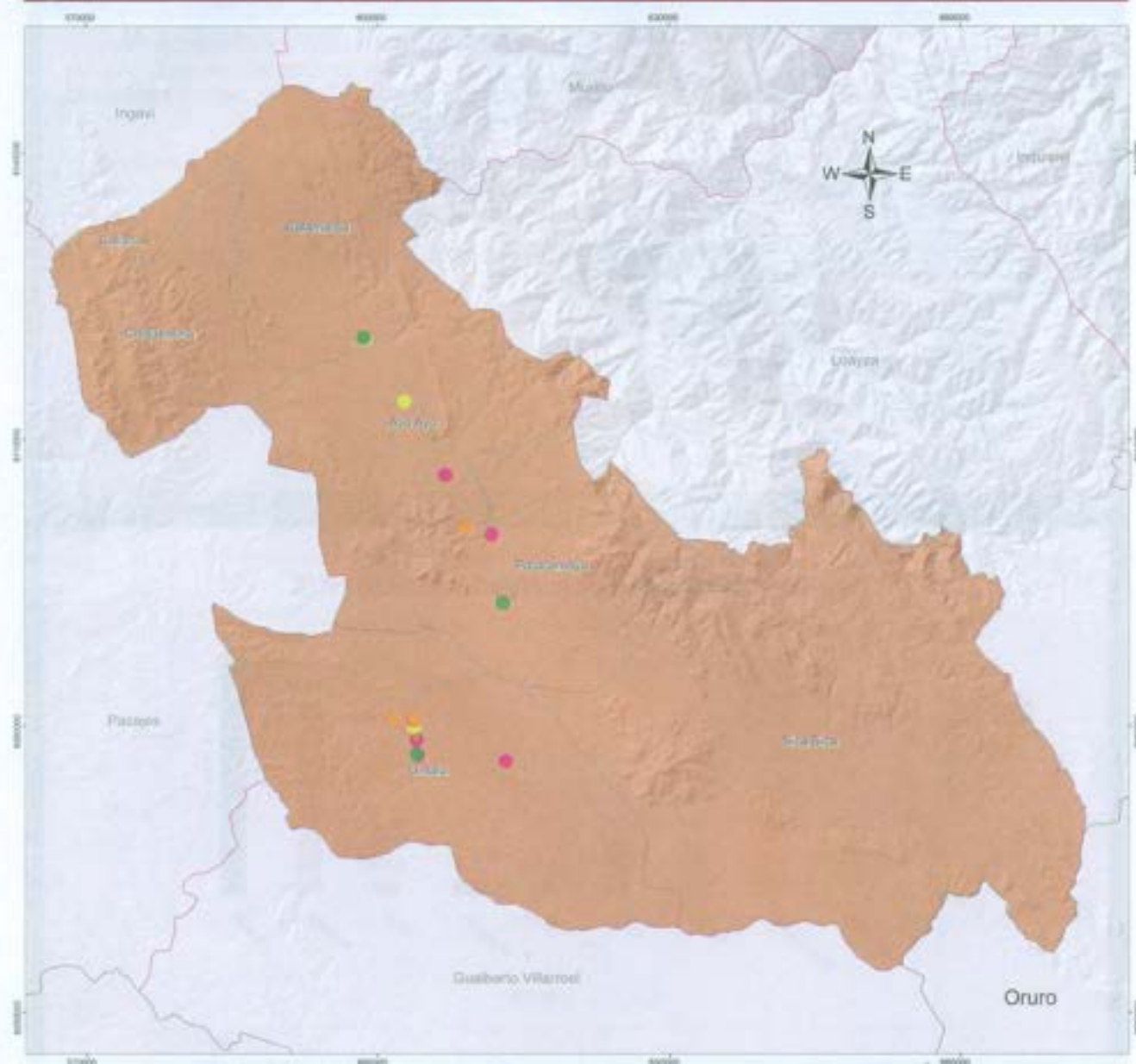
Es así que del cien por ciento de las accesiones se registró: 32,14 % de color verde, un 25 % de color rosado y un 16,07 % de color anaranjado.

Los colores gris, púrpura y rojo se presentaron en un 1,79 %.

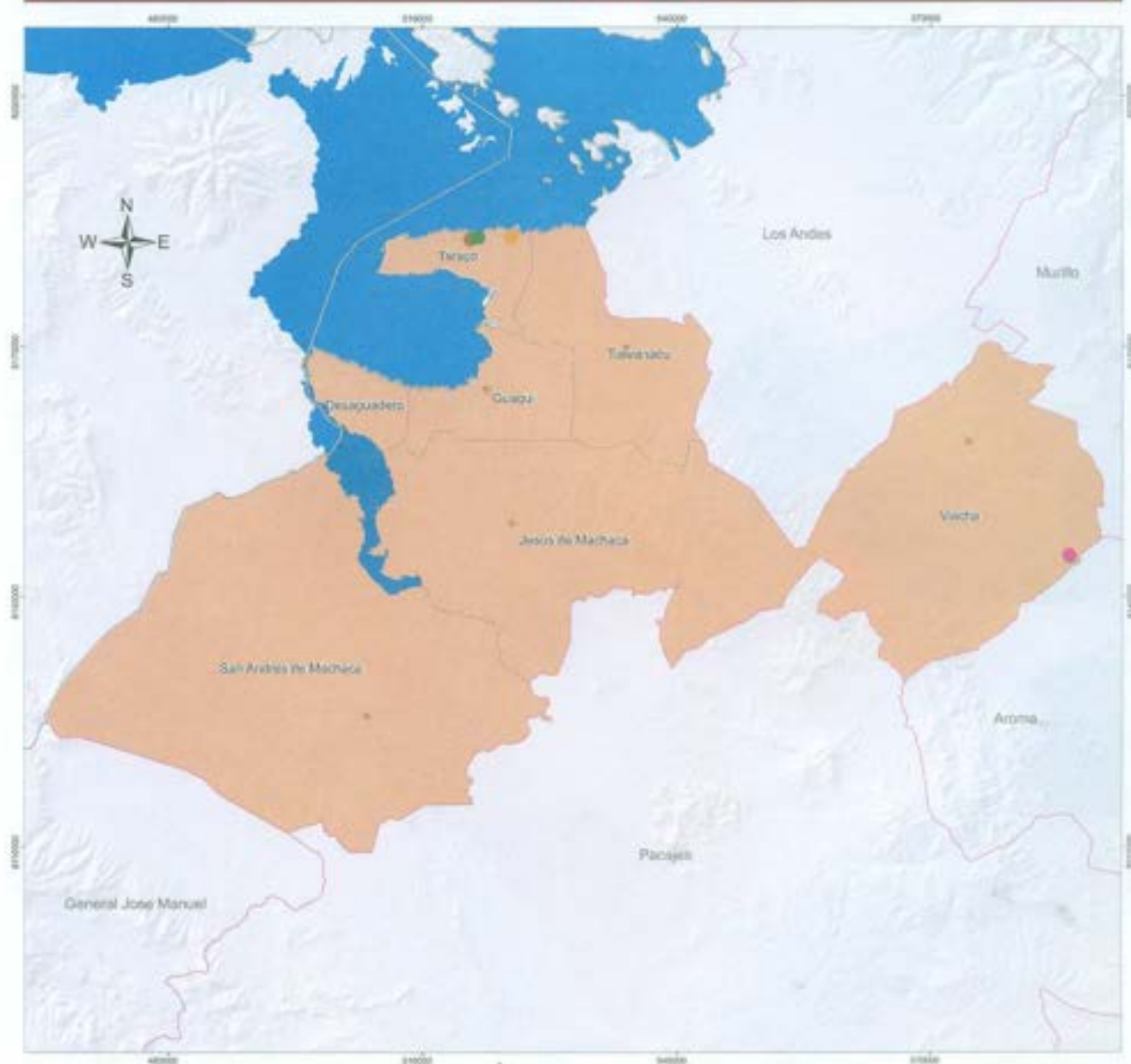
VALORES ESTADÍSTICOS



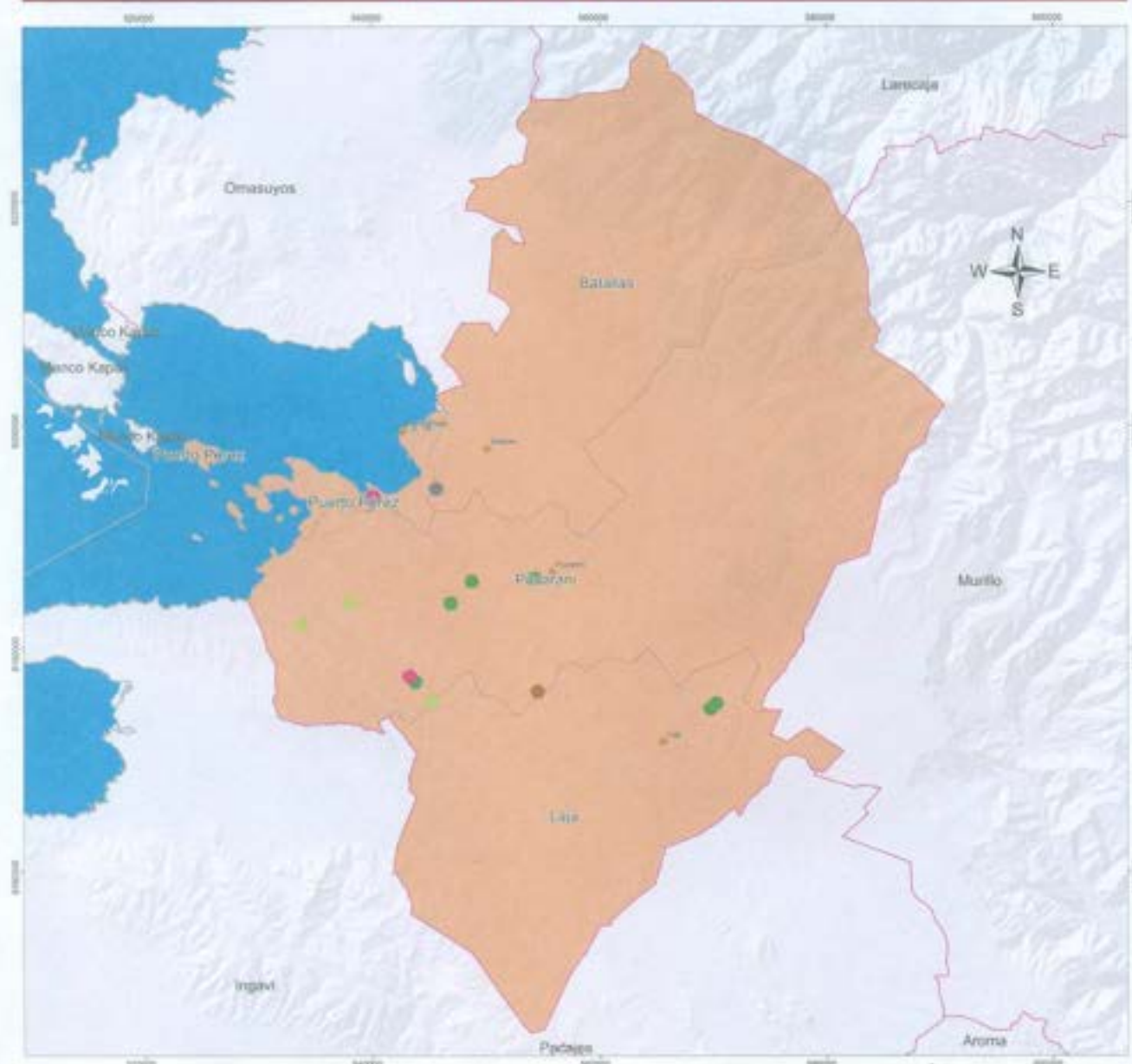
COLOR DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA AROMA



COLOR DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA INGAVI



COLOR DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA PROVINCIA LOS ANDES



8.6. Color de hoja

El color de las hojas es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras y anaranjados..



Diversidad de colores de hoja en plantas de quinua del Altiplano norte.

INDICADORES O INDICE	PRINCIPALES RESULTADOS
Color de hoja.	Los resultados para la variable color de hoja, registraron 100 % de color verde.
DESCRIPCIÓN	
Esta variable se registró en la fase de la floración debido a que en esa fase es cuando se puede identificar con mucha más claridad los colores de la hoja, basándonos en el descriptor de la quinua que nos muestran los colores y su respectivo código:	
CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	
La clasificación se realizó por tonalidad de color: <ul style="list-style-type: none"> • Verde • Verde - Rojo • Rojo 	

BIBLIOGRAFIA

- Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA. 2013. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia.
- COILA, J; QUISPE, P; MUJICA, A. 2004. Quinua, Ancestral cultivo andino, Alimento del presente y futuro: Aspectos económicos de la producción de quinua. Eds. A Mújica; S-E Jacobsen; J Izquierdo. FAO – CIP. Santiago, CL. Capítulo X.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Marzo de 2009 Proyecto: Fortalecimiento de los Bancos de Germoplasma vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación, bajo la supervisión general de la Representación de la FAO en Bolivia estado de los recursos filogenéticos para la agricultura y la alimentación (RFAA) en Bolivia.
- INIAF. 2014. Memoria del primer Congreso Nacional de Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad. Por la seguridad y soberanía alimentaria de los pueblos. La Paz, Bolivia.
- IPGRI, PROINPA e IFAD. 2005. Descriptores para cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; International Fund for Agricultural Development, Roma, Italia.
- MAMANI, F. 2013. Conservación *Cum situ*, arte de la conservación ancestral. En. La quinua y la UMSA. Avances de investigaciones científicas en la celebración del Año Internacional de la Quinua. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS. 2011. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra de Bolivia 2010. Memoria Técnica. La Paz, Bolivia.
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACIÓN. 2002. Memoria del mapa fisiográfico de Bolivia. Proyecto BID ATR 929/SF-BO. Subcomponente de Ordenamiento territorial. La Paz, Bolivia.
- THE NATURE CONSERVANCY y RUMBOL, S.R.L. 2006. Mapa de Vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. Cochabamba, Bolivia.
- PINTO, M. Y ROJAS, W. 2014. Variabilidad genética de la colección de germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de Bolivia. Fundación PROINPA.
- YANA, G. 2009. Zonificación de la distribución espacial del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en cuatro municipios del altiplano boliviano con fines de aplicación de riego. Tesis de grado. Facultad de Agronomía - Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

ISBN: 978-99974-65-92-4



9 789997 465924



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS

